made by Mansy

صلى ع النبى وإدعيلى دعوة حلوة

#دفعة المنوفية 2022

#قناة تالتة ثانوى 2022

أكثروا من
الصلاة على النبي

إعداد
صابر حكيم

الجزء الخاص

بملخص المحتوى الدراسى وإجابات الأسئلة

الصف 3 الثانوى

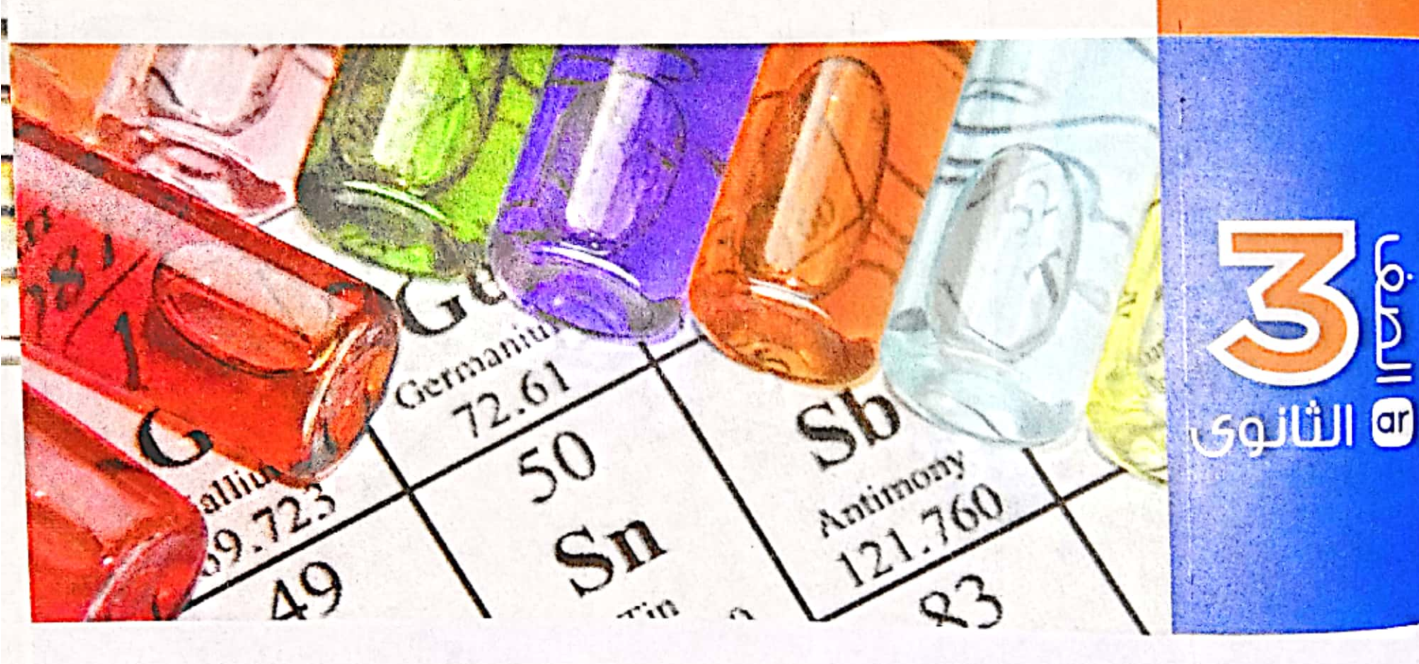
2022

إعداد

صابر حكيم

الجزء الخاص

بملخص المحتوى الدراسى وإجابات الأسئلة



الامتحان

2022

بطاقة فهرسة

فهرسة أثناء النشر إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية
إدارة الشئون الفنية

سلسلة الامتحان فى الكيمياء - إعداد / صابر حكيم

ط١ - القاهرة : الدولية للطبع والنشر والتوزيع ، ٢٠٢٢

(٢ مج) سلسلة الامتحان

«للصف الثالث الثانوى»

تدمك : ٠ - ٧٦٨ - ٤٧٥ - ٩٧٧ - ٩٧٨

١- الكيمياء - تعليم وتدريس.

٢- التعليم الثانوى.

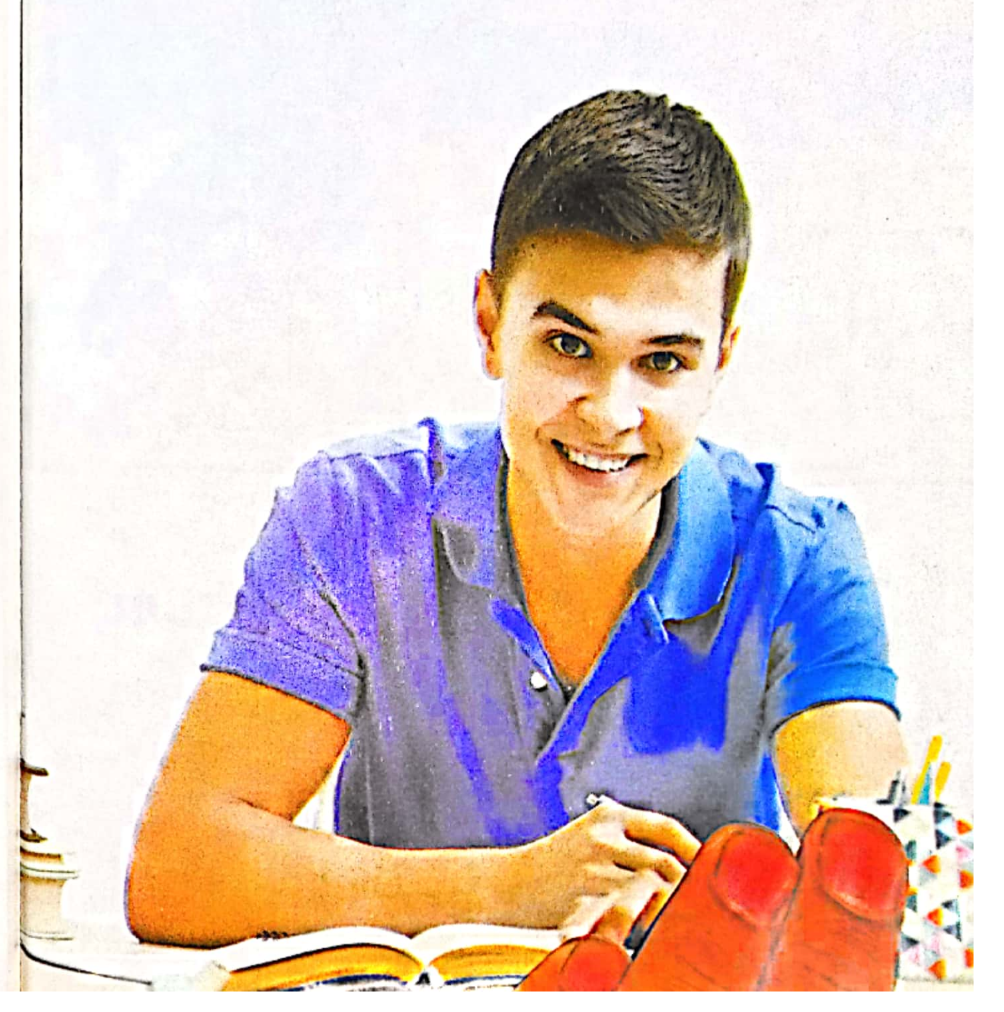
أ. العنوان ب. السلسلة

٥٤٠,٧

رقم الإيداع ٢٠٩٠٢ / ٢٠٢١

محتويـات الكتـاب

أولًا ملخص المحتوى الدراسى



Hans Tropsch

١ استخدامات ووظائف وأهمية اقتصادية

العنصر / المادة	الاستخدام
السكانديوم $_{21}Sc$	* يضاف إلى مصابيح أبخرة الزئبق، لإنتاج ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس.
مصابيح أبخرة الزئبق	* تستخدم فى التصوير التليفزيونى الليلى.
سبيكة الألومنيوم والسكانديوم	* تستخدم فى صناعة طائرات الميج المقاتلة نظرًا لخفتها وشدة صلابتها.
التيتانيوم $_{22}Ti$	* يستخدم فى عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية لأنه صلب والجسم لا يلفظه ولا يسبب أى نوع من التسمم.
سبيكة الألومنيوم والتيتانيوم	* تستخدم فى صناعة الطائرات والمركبات الفضائية لأنها تحتفظ بمتانتها فى درجات الحرارة المرتفعة فى الوقت الذى تنخفض فيه متانة الألومنيوم عندما يكون بمفرده.
ثانى أكسيد التيتانيوم TiO_2	* يدخل فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس لأن دقائقه النانوية تمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية (UV) للجلد.
سبيكة الصلب والفاناديوم	* تستخدم فى صناعة زنبركات السيارات لأن عند إضافة نسبة ضئيلة منها إلى الصلب تتكون سبيكة تتميز بقساوة عالية وقدرة كبيرة على مقاومة التآكل.
خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5	* يستخدم فى : • صناعة السيراميك والزجاج كصبغ. • صناعة المغناطيسيات فائقة التوصيل كعامل حفاز. • صناعة حمض الكبريتيك بطريقة التلامس كعامل حفاز.
الكروم $_{24}Cr$	* يستخدم فى : • طلاء المعادن. • دباغة الجلود.
أكسيد الكروم (III) Cr_2O_3	* يستخدم فى صناعة الأصباغ.
ثانى كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$	* يستخدم كمادة مؤكسدة.
سبائك الحديد	* تستخدم فى صناعة خطوط السكك الحديدية لأنها أصلب من الصلب.

المادة	الاستخدام
سبائك الألومنيوم والمنجنيز	• تستخدم فى صناعة عبوات المشروبات الغازية لمقاومتها للتآكل.
ثانى أكسيد المنجنيز MnO_2	• يستخدم فى : • صناعة العمود الجاف كعامل مؤكسد قوى. • التفاعلات الكيميائية كمادة مؤكسدة قوية. • تفاعل انحلال فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 كعامل حفاز.
برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$	• يستخدم كمادة مطهرة وكعامل مؤكسد.
كبريتات المنجنيز (II) $MnSO_4$	• تستخدم كمبيد للفطريات.
الحديد $_{26}Fe$	• يستخدم فى صناعة : • الخرسانات المسلحة. • أبراج الكهرباء. • مواسير البنادق والمدافع. • الأدوات الجراحية. • السكاكين. • المغناطيسات. • يستخدم الحديد كعامل حفاز فى : • صناعة غاز النشادر بطريقة (هابر – بوش). • تحويل الغاز المائى إلى وقود سائل (بترول مخلق) بطريقة (فيشر – تروبش).
الكوبلت $_{27}Co$	• يستخدم فى صناعة : • البطاريات الجافة فى السيارات الحديثة. • المغناطيسات.
نظير الكوبلت 60 المشع	• تستخدم أشعة جاما الصادرة عنه فى : • عمليات حفظ المواد الغذائية. • التأكد من جودة المنتجات (كالكشف عن مواقع الشقوق ولحام الوصلات). • الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها.
النيكل $_{28}Ni$	• يستخدم فى : • صناعة بطاريات النيكل كادميوم القابلة لإعادة الشحن. • طلاء المعادن لحمايتها من الأكسدة والتآكل مع إكسابها شكلًا أفضل. • عمليات هدرجة الزيوت.
سبائك النيكل كروم	• تستخدم فى صناعة ملفات التسخين والأفران الكهربية لأنها تقاوم التآكل حتى وهى مسخنة لدرجة الاحمرار.
النحاس $_{29}Cu$	• يستخدم فى صناعة : • الكابلات الكهربية لأنه موصل جيد للكهرباء. • سبائك العملات المعدنية.

المادة	الاستخدام
كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$	• يستخدم كـ : • مبيد حشرى. • مبيد للفطريات فى عمليات تنقية مياه الشرب.
محلول فهلنج	• يستخدم فى الكشف عن سكر الجلوكوز (حيث يتحول لون المحلول الأزرق بواسطة سكر الجلوكوز إلى اللون البرتقالى).
الخارصين $_{30}Zn$	• يستخدم فى جلفنة الفلزات كالحديد لحمايتها من الصدأ.
أكسيد الخارصين ZnO	• يستخدم فى صناعة : • الدهانات. • المطاط. • مستحضرات التجميل.
كبريتيد الخارصين (ZnS)	• يستخدم فى صناعة : • الطلاءات المضيئة. • شاشات الأشعة السينية.
العامل الحفاز	• زيادة معدل التفاعل الكيميائى عن طريق تقليل طاقة تنشيط التفاعلات.
فحم الكوك فى الفرن العالى	• إنتاج غاز أول أكسيد الكربون الذى يقوم بدور العامل المختزل لأكاسيد الحديد.
• غاز CO فى الفرن العالى • الغاز المائى فى فرن مدركس	• اختزال أكاسيد الحديد إلى حديد.
• المحول الأكسجينى • الفرن المفتوح • الفرن الكهربى	• يستخدم فى صناعة الحديد الصلب.
أكسيد الحديد (III) (Fe_2O_3)	• يستخدم كلون أحمر فى الدهانات.

٢ تفاعلات كيميائية

الفلزات الانتقالية عوامل حفز مثالية

- يستخدم الحديد المجزأ كعامل حفاز عند تحضير غاز النشادر فى الصناعة **بطريقة (هابر – بوش).**

$$(1)\quad N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow[Fe]{500^\circ C/200\ atm} 2NH_{3(g)}$$

- يستخدم خامس أكسيد الفانديوم كعامل حفاز فى تحضير حمض الكبريتيك فى الصناعة **بطريقة التلامس.**

$$(2)\quad 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow[450^\circ C]{V_2O_5} 2SO_{3(g)}$$

$$(3)\quad SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)}$$

الخواص الكيميائية للحديد

- يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار (500°C) مع الهواء أو غاز الأكسجين، مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسى.

(15) $3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{500^\circ C} Fe_3O_{4(s)}$

- يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار (500°C) مع بخار الماء، مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسى ويتصاعد غاز الهيدروجين.

(16) $3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(v)} \xrightarrow{500^\circ C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$

- يتفاعل الحديد مع اللافلزات، مثل :

• الكلور، مكونًا كلوريد الحديد (III) ولا يتكون كلوريد الحديد (II)، لأن غاز الكلور عامل مؤكسد يحول $FeCl_2$ إلى $FeCl_3$

(17) $2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_{3(s)}$

• الكبريت، مكونًا كبريتيد الحديد (II).

(18) $Fe_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeS_{(s)}$

- يتفاعل الحديد مع الأحماض المعدنية المخففة، مكونًا أملاح الحديد (II) ولا تتكون أملاح الحديد (III)، لأن غاز H_2 المتصاعد عامل مختزل يحول أملاح الحديد (III) إلى أملاح الحديد (II).

(19) $Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$

(20) $Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

- يتفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المركز الساخن مكونًا كبريتات الحديد (II) ، (III) وثانى أكسيد الكبريت وماء.

(21) $3Fe_{(s)} + 8H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[conc]{\Delta} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4SO_{2(g)} + 8H_2O_{(v)}$

تحضير أكسيد الحديد (II) FeO

- يحضر أكسيد الحديد (II) (أسود اللون) بطريقتين، هما :

• تسخين أكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء.

(22) $(COO)_2Fe_{(s)} \xrightarrow[\text{بمعزل عن الهواء}]{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{2(g)} + CO_{(g)}$

ويلاحظ إنه ينتج عن عملية الاختزال أكسيد الحديد (II) وليس أكسيد الحديد (III) لأن غاز أول أكسيد الكربون الناتج عن التفاعل عامل مختزل يحول أكسيد الحديد (III) إلى أكسيد الحديد (II).

• اختزال الأكاسيد الأعلى بالهيدروجين.

(23) $Fe_2O_{3(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400^\circ : 700^\circ C} 2FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$

(24) $Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400^\circ : 700^\circ C} 3FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$

الخواص الكيميائية لأكسيد الحديد (II) FeO

- يتأكسد أكسيد الحديد (II) بسهولة فى الهواء الساخن مكونًا أكسيد الحديد (III)

(25) $4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)}$

- يتفاعل أكسيد الحديد (II) مع الأحماض المعدنية المخففة (كحمض الكبريتيك) مكونًا ملح الحديد (II) و ماء.

(26) $FeO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$

تحضير أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3

- يُحضر أكسيد الحديد (III) (أحمر اللون) بطريقتين، هما :
  - إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول كلوريد الحديد (III)، ثم تسخين هيدروكسيد الحديد (III) الناتج إلى درجة حرارة أعلى من 200°C

(27) $FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{3(s)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$

(28) $2Fe(OH)_{3(s)} \xrightarrow{>200^\circ C} Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$

  - تسخين كبريتات الحديد (II).

(29) $2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$

  - أكسدة أكسيد الحديد (II) فى الهواء «معادلة (25)».
  - تسخين أكسيد الحديد المغناطيسى فى الهواء «معادلة (33)».

الخواص الكيميائية لأكسيد الحديد (III) (Fe_2O_3)

- يتفاعل أكسيد الحديد (III) مع الأحماض المعدنية المركزة الساخنة (كحمض الكبريتيك) مكونًا أملاح الحديد (III) و بخار ماء.

(30) $Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[conc]{\Delta} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(v)}$

تحضير أكسيد الحديد المغناطيسى (Fe_3O_4)

- يُحضر أكسيد الحديد المغناطيسى (أسود اللون) بطريقتين، هما :
  - تفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار مع الهواء أو الأكسجين أو بخار الماء «المعادلتان (15) ، (16)».
  - اختزال أكسيد الحديد (III).

(31) $3Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \xrightarrow{230^\circ : 300^\circ C} 2Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)}$

الخواص الكيميائية لأكسيد الحديد المغناطيسى (Fe_3O_4)

- يتفاعل أكسيد الحديد المغناطيسى مع الأحماض المركزة الساخنة (كحمض الكبريتيك) مكونًا أملاح كل من الحديد (II) ، (III) و بخار ماء مما يدل على أنه أكسيد مختلط من أكسيدى (Fe^{3+} , Fe^{2+}).

(32) $Fe_3O_{4(s)} + 4H_2SO_{4(l)} \xrightarrow[conc]{\Delta} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4H_2O_{(v)}$

- يتأكسد أكسيد الحديد المغناطيسى عند تسخينه فى الهواء مكونًا أكسيد الحديد (III).

(33) $2Fe_3O_{4(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_{3(s)}$

معادلات مرتبطة بحلول بعض الأسئلة

- يتفاعل محلول كبريتات الحديد (II) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم مكونًا راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II) ومحلول كبريتات الصوديوم.

(34) $FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$

- يُختزل أكسيد الحديد (II) بواسطة غاز الهيدروجين مكونًا حديد و بخار ماء.

(35) $FeO_{(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_{(s)} + H_2O_{(v)}$

- يُختزل أكسيد الحديد المختلط بواسطة غاز أول أكسيد الكربون مكونًا حديد و غاز ثانى أكسيد الكربون.

(36) $Fe_3O_{4(s)} + 4CO_{(g)} \xrightarrow{\Delta} 3Fe_{(s)} + 4CO_{2(g)}$

(37) $FeO_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} FeCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$

(38) $Fe_3O_{4(s)} + 8HCl_{(aq)} \xrightarrow[conc]{\Delta} FeCl_{2(aq)} + 2FeCl_{3(aq)} + 4H_2O_{(l)}$

(39) $Fe_2O_{3(s)} + 6HCl_{(aq)} \xrightarrow[conc]{\Delta} 2FeCl_{3(aq)} + 3H_2O_{(v)}$

٣ مقارنات

١ سلاسل العناصر الانتقالية الرئيسية

	السلسلة الانتقالية الأولى	السلسلة الانتقالية الثانية	السلسلة الانتقالية الثالثة	السلسلة الانتقالية الرابعة
رقم الدورة	الرابعة	الخامسة	السادسة	السابعة
يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي	3d	4d	5d	6d
تبدأ بعنصر	السكانديوم $_{21}Sc$	اليتريوم $_{39}Y$	اللانثانيوم $_{57}La$	
تنتهي بعنصر	الخارصين $_{30}Zn$	الكادميوم $_{48}Cd$	الزئبق $_{80}Hg$	

٤ جـــداول

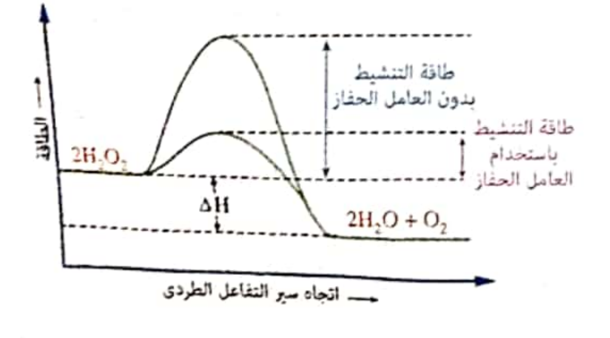
العناصر المكونة لبعض السبائك

السبيكة	العناصر المكونة لها
البرونز	النحاس و القصدير
النحاس الأصفر	النحاس و الخارصين
الحديد الصلب (سبيكة بينية)	الحديد و الكربون
السيمنتيت (سبيكة بينفلزية)	الحديد و الكربون (Fe_3C)
الحديد المجلفن	الحديد و الخارصين
الصلب الذى لا يصدأ (الاستانليس ستيل)	الحديد و الكروم
الديورألومين	(الألومنيوم – النيكل) و (الألومنيوم – النحاس)

٥ نبذات علمية

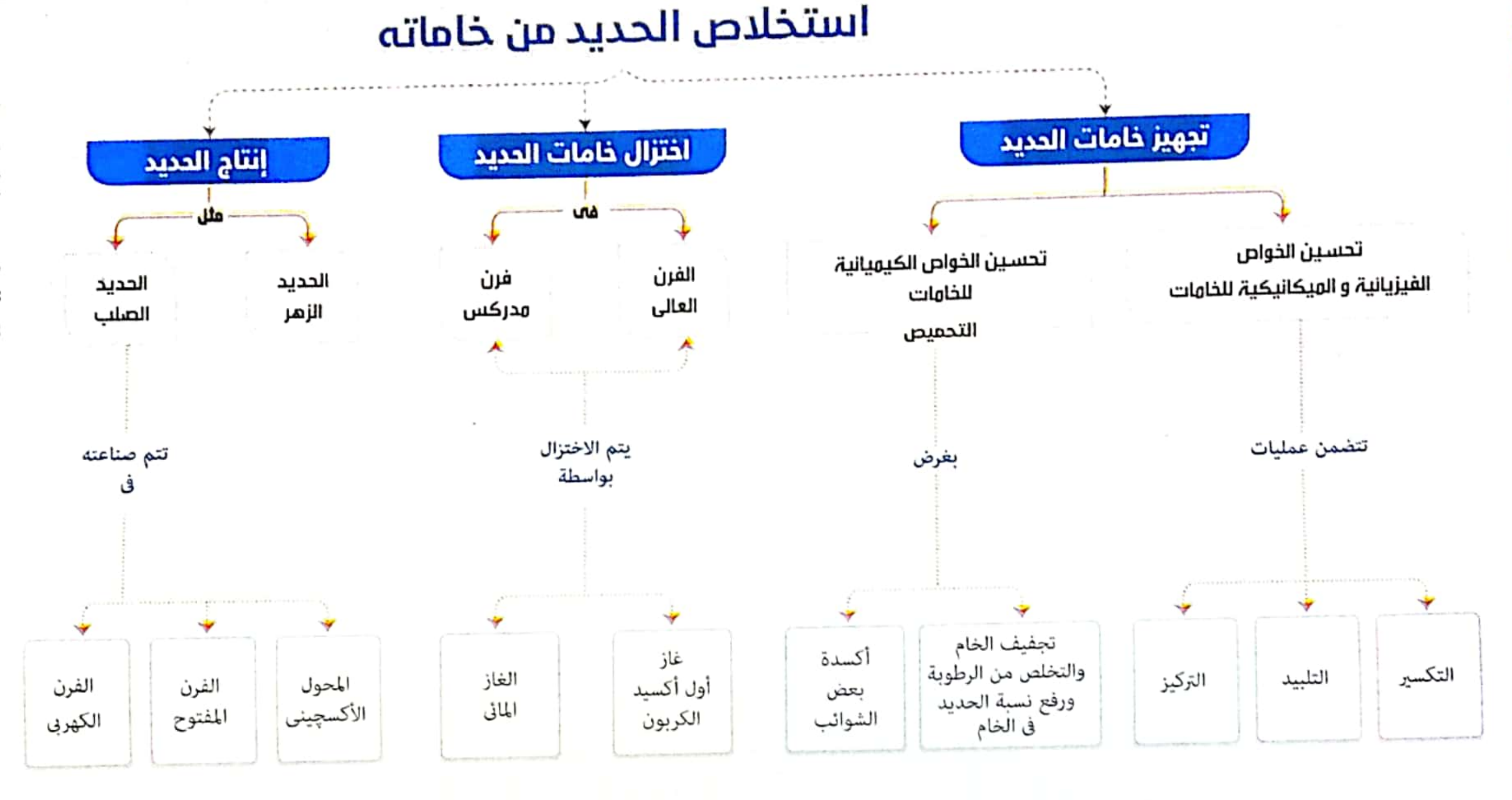
- تستخدم **طريقة (هابر – بوش)** فى تحضير غاز النشادر فى الصناعة من عنصريه (النيتروچين والهيدروچين) فى وجود الحديد كعامل حفاز. «المعادلة (1) صفحة (٧)».
- تستخدم **طريقة (فيشر – تروبش)** فى تحويل الغاز المائى (خليط من غازى CO ، H_2) إلى وقود سائل (بترول مخلق) فى وجود الحديد كعامل حفاز.
- تستخدم **طريقة التلامس** فى تحضير حمض الكبريتيك فى وجود خامس أكسيد الڤانديوم V_2O_5 كعامل حفاز. «المعادلتين (3) ، (2) صفحة (٨)».
- **العنصر الانتقالى** هو العنصر الذى تكون فيه أوربيتالات المستويين الفرعيين (d) أو (f) مشغولة بالإلكترونات لكنها غير تامة الامتلاء سواء فى الحالة الذرية أو فى أى حالة من حالات التأكسد. لذا لا تعتبر فلزات الخارصين $({}_{30}Zn)$، الكادميوم $({}_{48}Cd)$، والزئبق $({}_{80}Hg)$ من العناصر الانتقالية النموذجية.
- جميع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى تعطى حالة التأكسد $(+2)$، عند فقد إلكترونى المستوى الفرعى $4s$، عدا السكانديوم Sc الذى له حالة تأكسد وحيدة هى $(+3)$.

- تـزداد كثافة عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بزيادة العدد الذرى بسبب الزيادة فى كتلتها الذرية مع الثبات النسبى لأحجامها الذرية.
- تتميز عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بارتفاع درجتى انصهارها وغليانها وذلك لقوة الرابطة الفلزية فى هذه العناصر نتيجة اشتراك إلكترونات المستويين الفرعيين $(4s)$ ، $(3d)$ فى هذا الترابط.
- تتباين فلزات السلسلة الانتقالية الأولى فى نشاطها الكيميائى، فعنصر :
  - السكانديوم شديد النشاط، يحل محل هيدروچين الماء فى تفاعل عنيف.
  - الحديد متوسط النشاط، يصدأ عند تعرضه للهواء الرطب.
  - النحاس محدود النشاط.
- معظم الفلزات الانتقالية ومركباتها مواد بارامغناطيسية (تتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى)، لأن حركة الإلكترونات المفردة حول محورها فى المستوى الفرعى (d) تنتج مجالات مغناطيسية تتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى.
- يُحسب العزم المغناطيسى μ للعناصر أو الأيونات من العلاقة $\mu = \sqrt{n(n+2)}$، حيث n هى عدد الإلكترونات المفردة فى الذرة أو الأيون ويقدر بوحدة (BM).
- تتناسب قوى الجذب المغناطيسى فى المواد البارامغناطيسية طرديًا مع عدد الإلكترونات المفردة.
- العزم المغناطيسى للمادة هو خاصية يمكن عن طريق قياسها أو تقديرها تحديد عدد الإلكترونات المفردة فى المادة، ومن ثم تحديد التركيب الإلكترونى لها ولأيون الفلز الخاص بها.
- زيادة العزم المغناطيسى للمادة يدل على زيادة عدد الإلكترونات المفردة فى المستوى الفرعى (d) الأخير فيها.
- تعتبر العناصر الانتقالية عوامل حفز مثالية حيث تقوم بتقليل طاقة التنشيط، وهو ما يؤدى إلى زيادة سرعة (معدل) التفاعل الكيميائى.



- معظم أيونات العناصر الانتقالية ملونة بسبب الامتلاء الجزئى لأوربيتالات المستوى الفرعى الأخير $(d^{1:9})$ أى وجود إلكترونات مفردة فى المستوى الفرعى (d).

* يتم استخلاص الحديد من خاماته، بثلاث مراحل أساسية يوضحها المخطط التالى :



٢ معادلات كيميائية

أولاً الكشف عن الأنيونات (الشقوق الحامضية)

أ مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

١ مجموعة الكربونات (CO_3^{2-})

التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح الكربونات،

يحدث **فوران** لتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2

(1) $Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

يتعكر ماء الجير الرائق عند إمرار غاز ثانى أكسيد الكربون فيه **لمدة قصيرة** (S.T).

(2) $CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{S.T} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$

التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول ملح الكربونات

يتكون راسب أبيض على البارد من كربونات الماغنسيوم، يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف.

(3) $Na_2CO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + MgCO_{3(s)}$

(4) $MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} MgCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

٢ مجموعة البيكربونات (HCO_3^-)

التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح البيكربونات.

يحدث **فوران**، لتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق.

(5) $NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول ملح البيكربونات

يتكون راسب أبيض من كربونات الماغنسيوم بعد التسخين.

(6) $2NaHCO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Mg(HCO_3)_{2(aq)}$

(7) $Mg(HCO_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

- **التجربة التأكيدية :** عند إضافة **محلول اليود** إلى محلول ملح الثيوكبريتات، **يزول لون اليود البنى،** لتكون محلول يوديد الصوديوم عديم اللون.

$$\text{(15)}\quad 2Na_2S_2O_{3(aq)} + I_{2(aq)} \longrightarrow Na_2S_4O_{6(aq)} + 2NaI_{(aq)}$$

رباعى ثيونات الصوديوم

٦ مجموعة النيتريت (NO_2^-)

- **التجربة الأساسية :** عند إضافة حمض **الهيدروكلوريك المخفف** إلى ملح النيتريت، يتصاعد غاز أكسيد النيتريك **عديم اللون** والذى يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون **البنى المحمر،** لاتحاده بالأكسچين مكونًا غاز ثانى أكسيد النيتروچين.

$$\text{(16)}\quad NaNO_{2(s)} + HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} NaCl_{(aq)} + HNO_{2(aq)}$$

$$\text{(17)}\quad 3HNO_{2(aq)} \longrightarrow HNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} + 2NO_{(g)}$$

$$\text{(18)}\quad 2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$

- **التجربة التأكيدية :** عند إضافة محلول برمنجنات **البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك المركز إلى محلول ملح النيتريت، **يزول** لون البرمنجنات **البنفسجى** لاختزال محلول برمنجنات البوتاسيوم متحولاً إلى محاليل أملاح أخرى، خليطها عديم اللون.

$$\text{(19)}\quad 5NaNO_{2(aq)} + 2KMnO_{4(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 5NaNO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 2MnSO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

ب مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

١ أنيون الكلوريد (Cl^-)

- **التجربة الأساسية :** عند إضافة **حمض الكبريتيك المركز** إلى ملح الكلوريد مع التسخين، يتصاعد غاز كلوريد الهيدروچين **عديم اللون**، والذى يُكون سحب **بيضاء** عند تقريب ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر إليه.

$$\text{(20)}\quad 2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$$

$$\text{(21)}\quad HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

◂ **التجربة التأكيدية**: عند إضافة محلول **نترات الفضة إلى** محلول ملح الكلوريد، يتكون **راسب أبيض** من كلوريد الفضة، يصير **بنفسجيًا** عند تعرضه للضوء، **ويذوب فى** محلول النشادر المركز.

(22) $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$

2 أنيون البروميد (Br^-)

◂ **التجربة الأساسية**: عند إضافة **حمض الكبريتيك المركز إلى** ملح البروميد مع التسخين، يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين **عديم اللون** والذى يتأكسد جزء منه بفعل حمض الكبريتيك مكونًا **أبخرة البروم البرتقالية الحمراء** والتى تسبب **اصفرار** ورقة مبللة **بمحلول النشا**.

(23) $2NaBr_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Na_2SO_{4(aq)} + 2HBr_{(g)}$

(24) $2HBr_{(g)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc} 2H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + Br_{2(v)}$

◂ **التجربة التأكيدية**: عند إضافة محلول **نترات الفضة إلى** محلول ملح البروميد، يتكون **راسب أبيض مصفر** من بروميد الفضة، يصير **داكنًا** عند تعرضه للضوء، **ويذوب ببطء فى** محلول النشادر المركز.

(25) $NaBr_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgBr_{(s)}$

3 أنيون اليوديد (I^-)

◂ **التجربة الأساسية**: عند إضافة **حمض الكبريتيك المركز إلى** ملح اليوديد مع التسخين، يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين **عديم اللون** والذى يتأكسد جزء منه بفعل حمض الكبريتيك مكونًا **أبخرة اليود البنفسجية**، والتى **تُزرق** ورقة مبللة **بمحلول النشا**.

(26) $2KI_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow[\Delta]{conc} K_2SO_{4(aq)} + 2HI_{(g)}$

(27) $2HI_{(g)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc} 2H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + I_{2(v)}$

◂ **التجربة التأكيدية**: عند إضافة محلول **نترات الفضة إلى** محلول ملح اليوديد، يتكون **راسب أصفر** من يوديد الفضة، **لا يذوب فى** محلول النشادر.

(28) $NaI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$

4 أنيون النترات (NO_3^-)

◂ **التجربة الأساسية**: عند إضافة **حمض الكبريتيك المركز إلى** ملح النترات مع التسخين، **تتصاعد أبخرة بنية حمراء** من ثانى أكسيد النيتروجين، تزداد كثافتها عند إضافة القليل من خراطة النحاس إلى خليط التفاعل.

(29) $2NaNO_{3(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Na_2SO_{4(aq)} + 2HNO_{3(l)}$

(30) $4HNO_{3(l)} \xrightarrow{\Delta} 2H_2O_{(l)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$

(31) $Cu_{(s)} + 4HNO_{3(l)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)} + 2NO_{2(g)}$

◂ **التجربة التأكيدية [اختبار الحلقة البنية]**:

عند إضافة محلول **كبريتات الحديد (II)** حديث التحضير إلى محلول ملح النترات، ثم إضافة بضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز بحرص على السطح الداخلى لأنبوبة الاختبار، تتكون **حلقة بنية** عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل **تزول** بالرج أو التسخين.

(32) $2NaNO_{3(aq)} + 6FeSO_{4(aq)} + 4H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc}$

$3Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} + 4H_2O_{(l)} + 2NO_{(g)}$

(33) $FeSO_{4(aq)} + NO_{(g)} \longrightarrow FeSO_4.NO_{(s)}$ «مركب الحلقة البنية»

ج مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم

1 مجموعة الفوسفات (PO_4^{3-})

◂ **التجربة الأساسية**: عند إضافة محلول **كلوريد الباريوم إلى** محلول ملح الفوسفات، يتكون **راسب أبيض** من فوسفات الباريوم **يذوب فى** حمض الهيدروكلوريك المخفف.

(34) $2Na_3PO_{4(aq)} + 3BaCl_{2(aq)} \longrightarrow Ba_3(PO_4)_{2(s)} + 6NaCl_{(aq)}$

◂ **التجربة التأكيدية**: عند إضافة محلول **نترات الفضة إلى** محلول ملح الفوسفات، يتكون **راسب أصفر** من فوسفات الفضة، **يذوب فى** كل من محلول النشادر وحمض النيتريك.

(35) $Na_3PO_{4(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 3NaNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$

مجموعة الكبريتات (SO_4^{2-})

◂ التجربة الأساسية : عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح الكبريتات.
يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف.

(36) $Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$

◂ التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول أسيتات الرصاص (II) إلى محلول ملح الكبريتات.
يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص (II).

(37) $Na_2SO_{4(aq)} + (CH_3COO)_2Pb_{(aq)} \longrightarrow 2CH_3COONa_{(aq)} + PbSO_{4(s)}$

ثانيًا الكشف عن الكاتيونات (الشقوق القاعدية)

أ المجموعة التحليلية الثانية

كاتيون النحاس (Cu^{2+})

◂ عند إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى محلول ملح النحاس (II).
ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى المحلول، يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II).
يذوب فى حمض النيتريك الساخن.

(38) $CuSO_{4(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)} + CuS_{(s)}$

ب المجموعة التحليلية الثالثة

كاتيون الألومنيوم Al^{3+}

◂ التجربة الأساسية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الألومنيوم، يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم، يذوب فى كل من الأحماض المخففة ومحلول الصودا الكاوية.

(39) $Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$

◂ التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الألومنيوم، يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم، يذوب فى وفرة من هيدروكسيد الصوديوم، مكونًا ميتا ألومينات الصوديوم.

(40) $Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$

(41) $Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

ميتا ألومينات صوديوم

1 كاتيون الحديد (II) Fe^{2+}

◂ التجربة الأساسية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد (II).
يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الحديد (II) يتحول إلى اللون الأبيض المخضر عند تعرضه للهواء،
ويذوب فى الأحماض.

(42) $FeSO_{4(aq)} + 2NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow (NH_4)_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$

◂ التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد (II).
يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II).

(43) $FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$

2 كاتيون الحديد (III) Fe^{3+}

◂ التجربة الأساسية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد (III)، يتكون راسب بنى محمر جيلاتينى من هيدروكسيد الحديد (III)، يذوب فى الأحماض.

(44) $FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3NH_4Cl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$

◂ التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد (III)، يتكون راسب بنى محمر جيلاتينى من هيدروكسيد الحديد (III).

(45) $FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$

جـ المجموعة التحليلية الخامسة

كاتيون الكالسيوم Ca^{2+}

◂ التجربة الأساسية : عند إضافة محلول كربونات الأمونيوم إلى محلول ملح الكالسيوم، يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم، يذوب فى كل من حمض الهيدروكلوريك المخفف، والماء المحتوى على غاز ثانى أكسيد الكربون.

(46) $CaCl_{2(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$

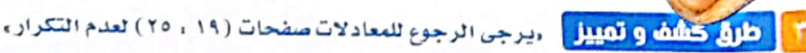
(47) $CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$

◂ التجربة التأكيدية :

(١) عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول ملح الكالسيوم، يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم.

(48) $CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} 2HCl_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$

(٢) الكشف الجاف :
عند تعرض ملح صلب يحتوى على كاتيونات الكالسيوم للمنطقة غير المضيئة من لهب بنزن، فإنها تتلون باللون الأحمر الطوبى.



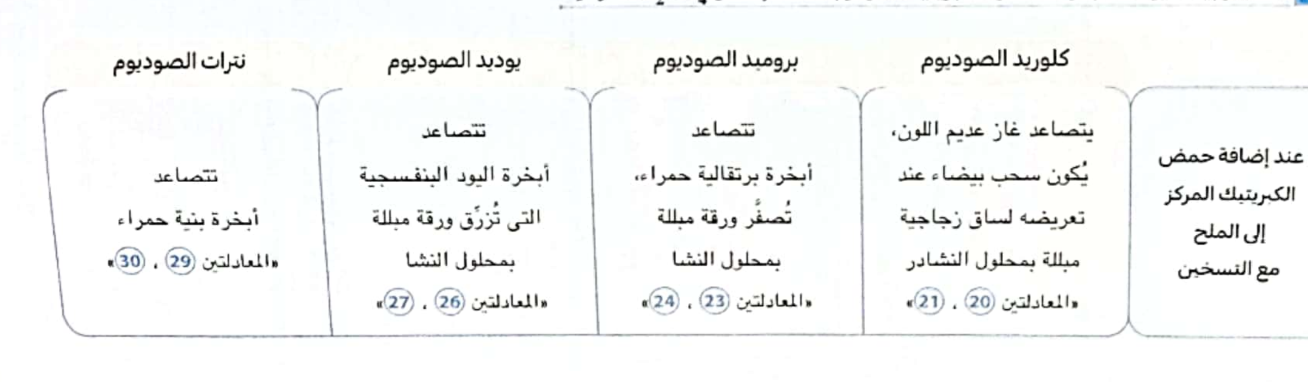
٣ طرق كشف و تمييز «يرجى الرجوع للمعادلات صفحات (١٩ ، ٢٥) لعدم التكرار»

١ التمييز بين أنيونات مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف باستخدام حمض HCl المخفف

	كربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم	كبريتيت الصوديوم	كبريتيد الصوديوم	ثيوكبريتات الصوديوم	نيتريت الصوديوم
عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	يحدث فوران لتصاعد غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين 1 ، 2»	يحدث فوران لتصاعد غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين 5 ، 2»	يتصاعد غاز SO_2 ذو الرائحة النفاذة والذى يُخضر ورقة مبللة بمحلول $K_2Cr_2O_7$ المحمضة بحمض الكبريتيك المركز «المعادلتين 8 ، 9»	يتصاعد غاز H_2S ذو الرائحة الكريهة والذى يُسوِّد ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II) «المعادلتين 11 ، 12»	يتصاعد غاز SO_2 ويظهر راسب أصفر معلق من الكبريت «المعادلة 14»	يتصاعد غاز NO عديم اللون والذى يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البنى المحمر «المعادلات 16 : 18»

٢ التمييز بين أنيونات (الكبريتيت ، الكبريتيد ، الكلوريد ، البروميد ، اليوديد ، الفوسفات) باستخدام محلول نترات الفضة

	كبريتيت الصوديوم	كبريتيد الصوديوم	كلوريد الصوديوم	بروميد الصوديوم	يوديد الصوديوم	فوسفات الصوديوم
عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح	يتكون راسب أبيض، يسوَّد بالتسخين «المعادلة 10»	يتكون راسب أسود «المعادلة 13»	يتكون راسب أبيض يصير بنفسجيًا عند تعرضه للضوء، ويذوب فى محلول النشادر المركز «المعادلة 22»	يتكون راسب أبيض مصفر يصير داكنًا عند تعرضه للضوء ويذوب ببطء فى محلول النشادر المركز «المعادلة 25»	يتكون راسب أصفر لا يذوب فى محلول النشادر «المعادلة 28»	يتكون راسب أصفر يذوب فى كل من محلول النشادر وحمض النيتريك «المعادلة 35»



٣ التمييز بين أنيونات مجموعة حمض الكبريتيك المركز باستخدام حمض H_2SO_4 المركز

	كلوريد الصوديوم	بروميد الصوديوم	يوديد الصوديوم	نترات الصوديوم
عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح مع التسخين	يتصاعد غاز عديم اللون، يُكون سحب بيضاء عند تعريضه لساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر «المعادلتين 20 ، 21»	تتصاعد أبخرة برتقالية حمراء، تُصفِّر ورقة مبللة بمحلول النشا «المعادلتين 23 ، 24»	تتصاعد أبخرة اليود البنفسجية التى تُزرِّق ورقة مبللة بمحلول النشا «المعادلتين 26 ، 27»	تتصاعد أبخرة بنية حمراء «المعادلتين 29 ، 30»

٤ التمييز بين كاتيونات (الألومنيوم ، الحديد (II) ، الحديد (III)) باستخدام محلول الصودا الكاوية

	كبريتات الألومنيوم	كبريتات الحديد (II)	كلوريد الحديد (III)
عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح	يتكون راسب أبيض چيلاتينى يذوب فى وفرة من NaOH «المعادلتين 40 ، 41»	يتكون راسب أبيض مخضر «المعادلة 43»	يتكون راسب بنى محمر چيلاتينى «المعادلة 45»

٥ التمييز بين ملح كربونات الصوديوم و ملح بيكربونات الصوديوم باستخدام محلول كبريتات الماغنسيوم

	كربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم
عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول ملح	يتكون راسب أبيض على البارد «المعادلة (3)»	يتكون راسب أبيض بعد التسخين «المعادلتين (6) ، (7)»

٦ التمييز بين ملح نيتريت الصوديوم و ملح نترات الصوديوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف

	نيتريت الصوديوم	نترات الصوديوم
عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	يتصاعد غاز NO عديم اللون والذى يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البنى المحمر «المعادلات (16) (18)»	لا يحدث تفاعل

٧ التمييز بين ملح بيكربونات الكالسيوم و ملح كلوريد الكالسيوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف

	بيكربونات الكالسيوم	كلوريد الكالسيوم
عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	يحدث فوران لتصاعد غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق	لا يحدث تفاعل

٨ التمييز بين انيون الكبريتات و انيون الفوسفات باستخدام محلول كلوريد الباريوم

	كبريتات الصوديوم	فوسفات الصوديوم
عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح	يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف «معادلة 36»	يتكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف «معادلة [illegible]»

٩ التمييز بين ملح كبريتيد الصوديوم و ملح كلوريد الصوديوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف

	كبريتيد الصوديوم	كلوريد الصوديوم
عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	يتصاعد غاز H_2S ذو الرائحة الكريهة والذى يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II) «المعادلتين 11 ، 12»	لا يحدث تفاعل

١٠ التمييز بين ملح كبريتات البوتاسيوم و ملح يوديد البوتاسيوم باستخدام حمض الكبريتيك المركز الساخن

	كبريتات البوتاسيوم	يوديد البوتاسيوم
عند إضافة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى ملح	لا يحدث تفاعل	تتصاعد أبخرة اليود البنفسجية التى تزرّق ورقة مبللة بمحلول النشا «المعادلتين (26) ، (27)»

١١ التمييز بين ملحى كبريتيت الصوديوم و كبريتات الصوديوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف

	كبريتيت الصوديوم	كبريتات الصوديوم
عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	يتصاعد غاز SO_2 الذى يخضر ورقة مبللة بثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز «المعادلتين (8) ، (9)»	لا يحدث تفاعل

١٢ التمييز بين حمض الهيدروكلوريك و حمض الكبريتيك باستخدام ملح كلوريد الصوديوم

	حمض الهيدروكلوريك	حمض الكبريتيك
عند إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى كلا من	لا يحدث تفاعل	يتصاعد غاز عديم اللون والذى يُكون سحب بيضاء عند تعرضه لساق مبللة بمحلول النشادر «المعادلتين (20) ، (21)»

١٣ التمييز بين كبريتات الصوديوم و كبريتات الألومنيوم باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم

	كبريتات الصوديوم	كبريتات الألومنيوم
عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح	لا يحدث تفاعل	يتكون راسب أبيض جيلاتينى يذوب فى وفرة من NaOH «المعادلتين (40) ، (41)»

٤ بعض الأدلة الكيميائية المستخدمة فى عمليات المعايرة

الدليل	اللون فى الوسط المتعادل	اللون فى الوسط الحمضى	اللون فى الوسط القاعدى
الميثيل البرتقالى	برتقالى	أحمر	أصفر
الفينولفثالين	عديم اللون	عديم اللون	أحمر وردى
عباد الشمس	أرجوانى	أحمر	أزرق
أزرق بروموثيمول	أخضر فاتح	أصفر	أزرق

٥ قوانين و علاقات

١ تراكم معرفى

المفاهيم والقوانين الآتى ذكرها سبق دراستها فى الصف الأول الثانوى، وهى مقررة فى هذا المنهج لعلاقتها بباقى أبواب المنهج المقرر، إلا إنها لن تكون موضع أسئلة مباشرة.

* الكتلة المولية هى مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة فى تركيب جزىء المركب التساهمى أو وحدة صيغة المركب الأيونى، مقدرة بوحدة (g/mol).

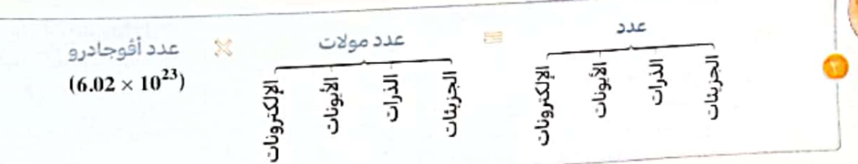
مثال احسب الكتلة المولية من مركب كلورات الصوديوم $NaClO_3$ [Na = 23 , Cl = 35.5 , O = 16]

الحل الكتلة المولية من $NaClO_3 = 23 + 35.5 + (3 \times 16) = 106.5\ g/mol$

$$\text{عدد المولات (mol)} = \frac{\text{كتلة المادة (g)}}{\text{الكتلة المولية من المادة (g/mol)}}$$

مثال احسب عدد مولات $NaClO_3$ الموجودة فى عينة منه كتلتها 42.6 g [$NaClO_3$ = 106.5 g/mol]

الحل عدد المولات $= \frac{42.6}{106.5} = 0.4\ mol$



مثال احسب عدد جزيئات غاز الأكسجين الناتجة من الانحلال الحرارى لكمية مقدارها 0.4 mol من كلورات الصوديوم $NaClO_3$، تبعًا للمعادلة :

$$2NaClO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} 2NaCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$$

الحل

$$2NaClO_{3(s)} \xrightarrow{\text{تنتج}} 3O_{2(g)}$$

2 mol	3 mol
0.4 mol	? mol

عـــدد مولات O_2 الناتجة $= \frac{3 \times 0.4}{2} = 0.6\ mol$

عدد جزيئات $O_2 = 0.6 \times (6.02 \times 10^{23}) = 3.612 \times 10^{23}$ molecule

حجم الغاز (L) = عدد مولات الغاز (mol) × 22.4 (L/mol) (at STP)

مثال احسب حجم 0.4 mol من غاز الأكسجين (at STP).

الحل حجم غاز $O_2 = 0.4 \times 22.4 = 8.96\ L$

$$\text{كثافة الغاز (g/L)} = \frac{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}{22.4\ (L/mol)} \quad (at\ STP)$$

مثال احسب كثافة غاز الأكسجين (at STP). [O = 16]

الحل كثافة غاز $O_2 = \frac{16 \times 2}{22.4} = 1.429\ g/L$

$$\text{التركيز المولارى (M)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

مثال احسب التركيز المولارى لمحلول حجمه 205 mL يحتوى على 4.1 g من ملح كلوريد الصوديوم. [Na = 23 , Cl = 35.5]

الحل الكتلة المولية من $NaCl = 23 + 35.5 = 58.5\ g/mol$

عدد مولات $NaCl = \frac{4.1}{58.5} = 0.07\ mol$

حجم المحلول باللتر $= \frac{205}{1000} = 0.205\ L$

التركيز المولارى للمحلول $= \frac{0.07}{0.205} = 0.34\ M$

⑦ النسبة المئوية الكتلية لعنصر فى مركب (%) = $\frac{\text{كتلة العنصر فى مول من المركب (g/mol)}}{\text{الكتلة المولية للمركب (g/mol)}} \times 100\%$

مثال احسب النسبة المئوية الكتلية للحديد فى خام الهيماتيت «بفرض نقائه». [Fe = 55.8 , O = 16]

الحل

$$Fe_2O_3 \xrightarrow{\text{يحتوى على}} 2Fe$$

Fe_2O_3	$2Fe$
1 mol	2 mol
(55.8 × 2) + (16 × 3) =	2 × 55.8 =
159.6 g/mol	111.6 g/mol

النسبة المئوية الكتلية للحديد فى الهيماتيت = $\frac{111.6}{159.6} \times 100\% = 69.9\%$

⑧ النسبة المئوية الكتلية لمركب فى عينة غير نقية (%) = $\frac{\text{كتلة المركب فى العينة (g)}}{\text{كتلة العينة غير النقية (g)}} \times 100\%$

مثال أُذيب 2 g من كلوريد الصوديوم (غير النقى) فى الماء وأضيف إليها وفرة من نترات الفضة فترسب 4.628 g من كلوريد الفضة، احسب النسبة المئوية الكتلية للكلور فى عينة كلوريد الصوديوم غير النقى. [Na = 23 , Cl = 35.5 , Ag = 108]

الحل

$$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

$$AgCl \xrightarrow{\text{يحتوى على}} Cl^-$$

$AgCl$	Cl^-
(1 mol)	(1 mol)
143.5 g/mol	35.5 g/mol
4.628 g	? g

كتلة أيونات الكلوريد = $\frac{4.628 \times 35.5}{143.5}$

= 1.145 g

النسبة المئوية الكتلية للكلور فى العينة = $\frac{1.145}{2} \times 100\%$

= 57.25%

٢ إرشادات حل المسائل

حسابات المعايرة

①
$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

- M_a تركيز الحمض (mol/L)
- V_a حجم الحمض (L)
- n_a عدد مولات الحمض (mol) «من معادلة التفاعل الموزونة»
- M_b تركيز القاعدة (mol/L)
- V_b حجم القاعدة (L)
- n_b عدد مولات القاعدة (mol) «من معادلة التفاعل الموزونة»

مثال احسب التركيز المولارى لمحلول هيدروكسيد الكالسيوم الذى يلزم لمعايرة 20 mL منه 25 mL من حمض هيدروكلوريك تركيزه 0.5 M

الحل

$$2HCl_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

$M_a = 0.5$ M $V_a = 25$ mL $n_a = 2$ mol

$M_b = ?$ M $V_b = 20$ mL $n_b = 1$ mol

$$M_b = \frac{M_a V_a n_b}{V_b n_a} = \frac{0.5 \times 25 \times 1}{20 \times 2} = 0.3125 \text{ M}$$

تعيين الصيغة الجزيئية للأملاح المتهدرتة [المادة المتبلرة] بطريقة التطاير

② **كتلة ماء التبلر فى العينة** = كتلة المادة المتهدرتة «قبل التسخين» – كتلة المادة غير المتهدرتة «بعد التسخين و ثبات الكتلة»

	ماء التبلر	المادة غير المتهدرتة
الكتلة المولية	18 g/mol	X g/mol
عدد المولات	$\frac{\text{كتلة ماء التبلر فى العينة (g)}}{18 \text{ g/mol}}$	$\frac{\text{كتلة المادة غير المتهدرتة (g)}}{X \text{ g/mol}}$
نسبة عدد المولات	$\frac{\text{عدد مولات ماء التبلر}}{\text{عدد المولات الأصغر}}$	$\frac{\text{عدد مولات المادة غير المتهدرتة}}{\text{عدد المولات الأصغر}}$

ومن النسبة بين عدد مولات كل من [ماء التبلر و المادة غير المتهدرتة] يمكن تعيين الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت

مثـــال

أوجد الصيغة الجزيئية لملح كلوريد الباريوم المتهدرت، إذا علمت أنه بعد تسخين عينة منه كتلتها 2.6903 g تسخينًا شديدًا، ثبتت الكتلة عند 2.2923 g

[Ba = 137 , Cl = 35.5 , O = 16 , H = 1]

الحـــل

الكتلة المولية من $BaCl_2$ = 137 + (2 × 35.5) = 208 g/mol

كتلة ماء التبلر فى العينة = 2.6903 − 2.2923 = 0.398 g

	ماء التبلر	المادة غير المتهدرتة
عدد المولات	$\frac{0.398\ g}{18\ g/mol} = 0.022\ mol$	$\frac{2.2923\ g}{208\ g/mol} = 0.011\ mol$
نسبة عدد المولات	$\frac{0.022\ mol}{0.011\ mol} = 2$	$\frac{0.011\ mol}{0.011\ mol} = 1$

∴ الصيغة الجزيئية لملح كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2 . 2H_2O$

التحليل الكمى الكتلى بطريقة الترسيب

مثـــال

احسب كتلة كلوريد الباريوم المذاب فى محلول كلوريد الباريوم، إذا علمت أنه عند إضافة محلول كبريتات الصوديوم إليه بوفرة، يترسب 2 g من كبريتات الباريوم.

[Ba = 137 , Cl = 35.5 , S = 32 , O = 16]

الحـــل

الكتلة المولية من مركب $BaCl_2$ = 137 + (2 × 35.5) = 208 g/mol

الكتلة المولية من مركب $BaSO_4$ = 137 + 32 + (4 × 16) = 233 g/mol

$$BaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$$

$$BaCl_{2(aq)} \longrightarrow BaSO_{4(s)}$$

$BaCl_{2(aq)}$	$BaSO_{4(s)}$
1 mol	1 mol
208 g/mol	233 g/mol
? g	2 g

كتلة كلوريد الباريوم $BaCl_2$ المذابة فى محلولها = $\frac{2 \times 208}{233} = 1.785\ g$

٦ لبذات مختصرة

الأساس العام للكشف عن الأنيونات :

الحمض الأكثر ثباتًا (الأعلى فى درجة الغليان) يطرد الحمض الأقل ثباتًا فى صورة غازات يمكن التعرف عليها من ألوانها أو رائحتها أو أى خاصية مميزة أخرى.

مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف :

الكربونات	البيكربونات	الكبريتيت	الكبريتيد	الثيوكبريتات	النيتريت
(CO_3^{2-})	(HCO_3^-)	(SO_3^{2-})	(S^{2-})	$(S_2O_3^{2-})$	(NO_2^-)

مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز :

الكلوريد	البروميد	اليوديد	النترات
(Cl^-)	(Br^-)	(I^-)	(NO_3^-)

مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم :

الفوسفات	الكبريتات
(PO_4^{3-})	(SO_4^{2-})

الأساس العام للكشف عن الكاتيونات :

تقسم الكاتيونات إلى ست مجموعات تحليلية، اعتمادًا على اختلاف ذوبان أملاح فلزاتها فى الماء، وإمكانية فصلها فى صورة رواسب، والجدول التالى يوضح بعض المجموعات التحليلية :

المجموعة التحليلية	بعض كاتيوناتها	الكاشف العام	ترسب على هيئة
الأولى	• الفضة Ag^+ (I) • الزئبق Hg^+ (I) • الرصاص Pb^{2+} (II)	حمض الهيدروكلوريك المخفف	كلوريدات
الثانية	النحاس Cu^{2+} (II)	$HCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$	كبريتيدات
الثالثة	• الألومنيوم Al^{3+} • الحديد Fe^{2+} (II) • الحديد Fe^{3+} (III)	هيدروكسيد الأمونيوم	هيدروكسيدات
الخامسة	الكالسيوم Ca^{2+}	كربونات الأمونيوم	كربونات

الاتـــزان الكيميائى

1 معادلات كيميائيـة

من التفاعلات التامة :

- تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة لتكوين راسب أبيض من كلوريد الفضة.

(1) $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$

- تفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف لتكوين غاز الهيدروجين.

(2) $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

من التفاعلات الانعكاسية :

تفاعل حمض الخليك (الأسيتيك) مع الكحول الإيثيلى (الإيثانول) لتكوين إستر أسيتات (خلات) الإيثيل وماء.

(3) $CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \underset{\text{عكسى}}{\overset{\text{طردى}}{\rightleftharpoons}} CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)}$

حمض الخليك — كحول إيثيلى — إستر خلات الإيثيل — ماء

تطبيق على قانون فعل الكتلة :

عند إضافة محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم – عديم اللون – يظهر لون أحمر دموى لتكون ثيوسيانات الحديد (III).

(4) $FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$

كلوريد الحديد (III) (أصفر باهت) — ثيوسيانات الأمونيوم (عديم اللون) — ثيوسيانات الحديد (III) (أحمر دموى) — كلوريد الأمونيوم

وعند إضافة المزيد من محلول كلوريد الحديد (III) إلى التفاعل المتزن، يزداد لون المحلول احمرارًا، دليلاً على زيادة معدل التفاعل الطردى (تكوُّن المزيد من ثيوسيانات الحديد (III)) حسب قاعدة لوشاتيليه، وعند إضافة قطرات من محلول كلوريد الأمونيوم يتحول اللون تدريجيًا حتى يصبح أصفر باهت دليلاً على زيادة معدل التفاعل العكسى (اتجاه تكوين محلول كلوريد الحديد (III)) حسب قاعدة لوشاتيليه.

- قيمة K_c **الصغيرة** لعملية ذوبان كلوريد الفضة فى الماء، تدل على أنه **شحيح الذوبان** فى الماء **«التفاعل العكسى هو السائد»**.

(5) $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \qquad K_c = 1.7 \times 10^{-10}$

- قيمة K_c **الكبيرة** لتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الكلور، لتكوين غاز كلوريد الهيدروجين تدل على أنه يصعب انحلال كلوريد الهيدروجين إلى عنصريه **«التفاعل الطردى هو السائد»**.

(6) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} \qquad K_c = 4.4 \times 10^{32}$

- تبريد تفاعل متزن **طارد للحرارة** يؤدى إلى سير التفاعل فى الاتجاه **الطردى** (الذى ينتج فيه حرارة).

(7) $2NO_{2(g)} \underset{heating}{\overset{cooling}{\rightleftharpoons}} N_2O_{4(g)} + Heat$

ثانى أكسيد النيتروجين (بنى محمر) — رابع أكسيد النيتروجين (عديم اللون)

- **زيادة الضغط** على تفاعل غازى متزن (نقص حجمه) يجعله ينشط فى اتجاه تكوين العدد الأقل من مولات الغاز (والعكس صحيح).

(8) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{\text{low pressure / heating}}{\overset{\text{high pressure / cooling}}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)} \qquad \Delta H = -92\ kJ$

(4 mol) عدد مولات أكبر — (2 mol) عدد مولات أقل

- حمض الهيدروكلوريك من الأحماض **القوية، تامة التأين** والتى **لا يتأثر تأينها** بالتخفيف.

(9) $HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

- حمض الأسيتيك (الخليك) من الأحماض **الضعيفة، غير تامة التأين** والتى **يزداد تأينها** بالتخفيف.

(10) $CH_3COOH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

- أيون الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض فى محاليلها المائية يرتبط مع جزىء ماء برابطة تناسقية مكونًا **أيون هيدرونيوم (بروتون مماه)**. لذا لا يوجد أيون الهيدروجين منفردًا فى المحاليل المائية للأحماض.

(11) $HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

- معادلة تأين حمض الخليك (**حمض ضعيف**) فى الماء.

(12) $CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

أيون أسيتات

- معادلة تأين النشادر (**قاعدة ضعيفة**) فى الماء.

(13) $NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$

أيون الأمونيوم

- معادلة تأين الماء (**إلكتروليت ضعيف**).

(14) $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

2 قوانين و علاقات و تطبيقات

1 قاعدة لوشاتيليه «تأثير العوامل المختلفة على اتزان التفاعلات الانعكاسية»

	التغير الحادث	تأثيره على: اتجاه إزاحة التفاعل	تأثيره على: ثابت الاتزان
في التركيز		يزاح التفاعل فى :	
	(١) زيادة تركيز أحد المتفاعلات المناسبة.	• الاتجاه الطردى.	• لا يتأثر.
	(٢) نقص تركيز أحد المتفاعلات المناسبة.	• الاتجاه العكسى.	• لا يتأثر.
	(٣) زيادة تركيز أحد النواتج المناسبة.	• الاتجاه العكسى.	• لا يتأثر.
	(٤) نقص تركيز أحد النواتج المناسبة.	• الاتجاه الطردى.	• لا يتأثر.
في درجة الحرارة		يزاح التفاعل فى :	
	(١) رفع درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة.	• الاتجاه العكسى.	• يقل.
	(٢) خفض درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة.	• الاتجاه الطردى.	• يزداد.
	(٣) رفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.	• الاتجاه الطردى.	• يزداد.
	(٤) خفض درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.	• الاتجاه العكسى.	• يقل.
في الضغط	(١) زيادة الضغط (نقص الحجم).	• يزاح التفاعل فى الاتجاه الذى يكون عدد مولات الغاز فيه أقل.	• لا يتأثر.
	(٢) خفض الضغط (زيادة الحجم).	• يزاح التفاعل فى الاتجاه الذى يكون عدد مولات الغاز فيه أكبر.	• لا يتأثر.
	(٣) زيادة أو خفض الضغط فى التفاعلات التى يكون فيها (عدد مولات الغازات المتفاعلة = عدد مولات الغازات الناتجة).	• لا يتأثر.	• لا يتأثر.
عند إضافة عامل حفاز	إضافة العوامل الحفازة إلى التفاعلات المتزنة	• لا يتأثر.	• لا يتأثر.

2 التفاعل الكيميائى : $aA + bB \longrightarrow cC + dD$

يعبر عن معدله (معدل التفاعل الكيميائى) كالتالى :

$$\text{معدل التفاعل} = -\frac{1}{a}\frac{\Delta[A]}{dt} = -\frac{1}{b}\frac{\Delta[B]}{dt} = \frac{1}{c}\frac{\Delta[C]}{dt} = \frac{1}{d}\frac{\Delta[D]}{dt}$$

حيث : • $\Delta[\ ]$: تعنى التغير فى تركيز المادة.

• dt : تعنى التغير فى الزمن.

• الإشارة السالبة (–) : تعنى استهلاك المتفاعلات.

مثـــال

فى التفاعل : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

احسب معدل استهلاك غاز H_2

إذا كان معدل تكوين غاز NH_3 يساوى 2.5×10^{-4} mol/L.s

الحـــل

$$\text{معدل التفاعل الكيميائى} = -\frac{1}{3}\frac{\Delta[H_2]}{dt} = \frac{1}{2}\frac{\Delta[NH_3]}{dt}$$

∵ معدل تكوين غاز NH_3 مقدَّر فى الثانية الواحدة.

∴ $dt = 1$

$$\frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^{-4} = -\frac{1}{3}\Delta[H_2] =$$

∴ معدل استهلاك غاز H_2 فى الثانية $= \Delta[H_2] = -\frac{3}{2} \times 2.5 \times 10^{-4} = -3.75 \times 10^{-4}$ mol/L.s

3 التفاعل المتزن : $aA_{(g)} + bB_{(g)} \rightleftharpoons cC_{(g)} + dD_{(g)}$

يعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل المتزن السابق بإحدى وسيلتين :

التركيز الجزيئى $K_c = \frac{[C]^c\,[D]^d}{[A]^a\,[B]^b}$ | الضغط الجزئى $K_p = \frac{(P_C)^c\,(P_D)^d}{(P_A)^a\,(P_B)^b}$

* فى معادلة ثابت الاتزان K_c لا يُكتب تركيز :

• الماء النقى (كمذيب). • المواد الصلبة. • الرواسب.

لأن تركيزها يظل ثابتًا مهما اختلفت كميتها.

* فى معادلة ثابت الاتزان K_p : يُعبر عن الضغوط الجزئية للغازات الناتجة والمتفاعلة فقط.
* القيم الكبيرة لثابت الاتزان $(K_c > 1)$ تعنى أن التفاعل الطردى هو السائد.
* القيم الصغيرة لثابت الاتزان $(K_c < 1)$ تعنى أن التفاعل العكسى هو السائد.
* الضغط الكلى للتفاعل = مجموع الضغوط الجزئية لغازاته والمرتبطة بعدد مولات كل غاز.

مثال 1 اكتب معادلة ثابت الاتزان K_c للتفاعلات المتزنة التالية :

(1) $2H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$

(2) $NH_4Cl_{(s)} \rightleftharpoons HCl_{(g)} + NH_{3(g)}$

الحل

(1) $K_c = \frac{[H_2]^2 [O_2]}{[H_2O]^2}$

(2) $K_c = [HCl] [NH_3]$

مثال 2 في التفاعل المتزن : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

(١) احسب ثابت الاتزان K_c للتفاعل، علمًا بأن تركيزات اليود ، الهيدروجين ، يوديد الهيدروجين عند الاتزان تساوى 0.221 M ، 0.221 M ، 1.563 M على الترتيب.

(٢) هل ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى أم العكسى ؟ مع التعليل.

(٣) احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل، إذا كانت ضغوط الغازات عند الاتزان 0.1 atm ، 0.1 atm ، 0.8 atm لكل من H_2 ، I_2 ، HI على الترتيب.

الحل

(١) $K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2][H_2]} = \frac{(1.563)^2}{(0.221) \times (0.221)} = 50$

(٢) ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى/ لأن قيمة $(K_c > 1)$.

(٣) $K_p = \frac{(P_{HI})^2}{(P_{I_2})(P_{H_2})} = \frac{(0.8)^2}{(0.1) \times (0.1)} = 64$

مثال 3 احسب قيمة ثابت الاتزان K_p للتفاعل المتزن التالى :

$$2FeSO_{4(s)} \rightleftharpoons Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)} \text{ (at } 650^\circ C)$$

إذا علمت أن الضغط الكلى عند الاتزان لغازى SO_2 ، SO_3 يساوى 0.9 atm

الحل ∵ الضغط الكلى = $(P_{SO_2}) + (P_{SO_3}) = 0.9$ atm

∵ عدد مولات SO_2 = عدد مولات SO_3 «من معادلة التفاعل».

$\therefore (P_{SO_2}) = (P_{SO_3}) = \frac{0.9}{2} = 0.45$ atm

$K_p = (P_{SO_2})(P_{SO_3}) = 0.45 \times 0.45 = 0.2$

قانون استفالد

* العلاقة بين درجة تأين (α) حمض ضعيف وتركيزه (C_a) بمعلومية ثابت تأينه (K_a)

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$$

* العلاقة بين درجة تأين (α) قاعدة ضعيفة وتركيزها (C_b) بمعلومية ثابت تأينها (K_b)

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}}$$

مثال

احسب درجة تأين حمض الهيدروسيانيك HCN تركيزه 0.1 M (at 25°C) ، علمًا بأن ثابت تأينه 7.2×10^{-10}

الحل

$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{7.2 \times 10^{-10}}{0.1}}$

$= 8.5 \times 10^{-5}$

مثال

احسب درجة تأين محلول الأمونيا $NH_{3(aq)}$ تركيزه 0.01 M (at 25°C) ، علمًا بأن ثابت تأينه 1.8×10^{-5}

الحل

$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.1}}$

$= 4.24 \times 10^{-2}$

* العلاقة بين تركيز أيون الهيدروجين (الهيدرونيوم H_3O^+) في محلول حمض ضعيف وتركيزه (C_a) بمعلومية ثابت تأينه (K_a)

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \times K_a}$$

* العلاقة بين تركيز أيون الهيدروكسيل (OH^-) في محلول قاعدة ضعيفة وتركيزها (C_b) بمعلومية ثابت تأينها (K_b)

$$[OH^-] = \sqrt{C_b \times K_b}$$

مثال

احسب تركيز أيون الهيدروجين في محلول تركيزه 0.1 M من حمض الأسيتيك (at 25°C) علمًا بأن ثابت تأينه 1.8×10^{-5}

الحل

$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \times K_a}$

$[H_3O^+] = \sqrt{0.1 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 1.34 \times 10^{-3}$ M

مثال

احسب تركيز أيون الهيدروكسيل في محلول تركيزه 0.2 M من الميثيل أمين CH_3NH_2 (at 25°C) علمًا بأن ثابت تأينه 3.6×10^{-4}

الحل

$[OH^-] = \sqrt{C_b \times K_b}$

$[OH^-] = \sqrt{0.2 \times 3.6 \times 10^{-4}} = 8.5 \times 10^{-3}$ M

٦

* العلاقة بين تركيز أيون الهيدروجين (الهيدرونيوم) (H_3O^+) فى محلول حمض ضعيف وتركيزه (C_a) بمعلومية درجة تأينه (α)

$$[H_3O^+] = \alpha\, C_a$$

* العلاقة بين تركيز أيون الهيدروكسيل (OH^-) فى محلول قاعدة ضعيفة وتركيزها (C_b) بمعلومية درجة تأينها (α)

$$[OH^-] = \alpha\, C_b$$

مثال

احسب تركيز أيون الهيدرونيوم فى محلول تركيزه 0.1 M من حمض الأسيتيك علمًا بأن درجة تأينه 1.34%

الحل

$$\alpha = \frac{1.34}{100} = 1.34 \times 10^{-2}$$

$$[H_3O^+] = \alpha\, C_a = 1.34 \times 10^{-2} \times 0.1$$

$$= 1.34 \times 10^{-3}\ M$$

مثال

احسب تركيز أيون الهيدروكسيل فى محلول تركيزه 0.1 M من هيدروكسيد الأمونيوم علمًا بأن درجة تأينه 1.27%

الحل

$$\alpha = \frac{1.27}{100} = 1.27 \times 10^{-2}$$

$$[OH^-] = \alpha\, C_b = 1.27 \times 10^{-2} \times 0.1$$

$$= 1.27 \times 10^{-3}\ M$$

٧

* الحاصل الأيونى للماء (K_w) يساوى حاصل ضرب $[H^+]$ ، $[OH^-]$ الناتجين من تأين الماء، وهو يساوى 1×10^{-14} (at 25°C).

$$K_w = [H^+][OH^-] = [10^{-7}][10^{-7}] = 1 \times 10^{-14}$$

* الأس الهيدروجينى pH هو اللوغاريتم السالب للأساس 10 (−log) لتركيز أيونات الهيدروجين (الهيدرونيوم H_3O^+) فى المحلول.

$$pH = -\log [H^+]$$

* الأس الهيدروكسيلى pOH هو اللوغاريتم السالب للأساس 10 (−log) لتركيز أيونات الهيدروكسيل (OH^-) فى المحلول.

$$pOH = -\log [OH^-]$$

ومنها :

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH}$$

* العلاقة بين قيمة pH لمحلول و قيمة pOH له :

$$pH + pOH = 14$$

ملخص المحتوى

مثال احسب قيمتى pH ، pOH لمحلول تركيزه 0.1 M من حمض الكربونيك H_2CO_3 علمًا بأن $K_a = 4.4 \times 10^{-7}$

الحل

$$[H^+] = \sqrt{C_a \times K_a}$$

$$= \sqrt{0.1 \times 4.4 \times 10^{-7}} = 2 \times 10^{-4}\ M$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (2 \times 10^{-4}) = 3.7$$

$$\because pH + pOH = 14$$

$$\therefore pOH = 14 - 3.7 = 10.3$$

٨

$K_w = K_a \times K_b$ ،at 25°C،

مثال احسب K_b للأيون $H_2PO_4^-$ علمًا بأن: $K_a = 6.2 \times 10^{-8}$

$$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$$

الحل

$$K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

$$= \frac{1 \times 10^{-14}}{6.2 \times 10^{-8}} = 1.6 \times 10^{-7}$$

٩

* حاصل الإذابة (K_{sp}) لمركب أيونى شحيح الذوبان يساوى حاصل ضرب تركيز أيوناته مقدرة بوحدة mol/L (كل منها مرفوع لأس يساوى عدد مولات أيوناته فى معادلة التفاعل الموزونة).

$$A_aB_{b(s)} \rightleftharpoons aA^{b+}_{(aq)} + bB^{a-}_{(aq)}$$

إذا ورد فى المعطيات :

• تركيز الأيونات فى المحلول المشبع، تستخدم العلاقة :

$$K_{sp} = [A^{b+}]^a\,[B^{a-}]^b$$

• درجة إذابة الملح (X)، تستخدم العلاقة :

$$K_{sp} = [ax]^a\,[bx]^b$$

مثال

احسب حاصل الإذابة K_{sp} (at 25°C) لملح فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ علمًا بأن:

* تركيز أيون الكالسيوم 2×10^{-8} M
* تركيز أيون الفوسفات 1×10^{-3} M

مثال

احسب حاصل الإذابة K_{sp} (at 25°C) لملح بروميد الرصاص $PbBr_2$ علمًا بأن: درجة إذابته 1.04×10^{-2} M

الحـل

$$Ca_3(PO_4)_{2(s)} \rightleftharpoons 3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO^{3-}_{4(aq)}$$

$$\therefore K_{sp} = [Ca^{2+}]^3 [PO_4^{3-}]^2$$

$$= (2 \times 10^{-8})^3 \times (1 \times 10^{-3})^2$$

$$= 8 \times 10^{-30}$$

الحـل

$$PbBr_{2(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$$

(X) M $\quad (2X)$ M

$$K_{sp} = [Pb^{2+}][Br^-]^2 = (X)(2X)^2$$

$$= (1.04 \times 10^{-2}) \times (2 \times 1.04 \times 10^{-2})^2$$

$$= 4.5 \times 10^{-6}$$

٣ تطبيقات على التحلل المائى للأملاح (التميؤ)

*** تميؤ ملح كربونات الصوديوم**
«مشتق من حمض ضعيف H_2CO_3 مع قاعدة قوية NaOH»

$$2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

$$Na_2CO_{3(s)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$$

$$Na_2CO_{3(s)} + 2H_2O_{(l)} = H_2CO_{3(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

* محلول ملح كربونات الصوديوم فى الماء **قلوى التأثير** لتراكم أيونات OH^- القاعدية فى المحلول.

* (pH > 7).

*** تميؤ ملح كلوريد الأمونيوم**
«مشتق من حمض قوى HCl مع قاعدة ضعيفة NH_4OH»

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$NH_4Cl_{(s)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$NH_4Cl_{(s)} + H_2O_{(l)} = NH_4OH_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

* محلول ملح كلوريد الأمونيوم فى الماء **حامضى التأثير** لتراكم أيونات H^+ الحامضية فى المحلول.

* (pH < 7).

*** تميؤ ملح أسيتات الأمونيوم**
«مشتق من حمض ضعيف CH_3COOH مع قاعدة ضعيفة NH_4OH»

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$CH_3COONH_{4(s)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + NH^+_{4(aq)}$$

$$CH_3COONH_{4(s)} + H_2O_{(l)} = CH_3COOH_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)}$$

* محلول ملح أسيتات الأمونيوم فى الماء **متعادل التأثير**، لأن تركيز أيونات H^+ الحامضية الضئيل جدًا يكافئ تركيز أيونات OH^- القاعدية.

* (pH = 7).

*** تميؤ ملح كلوريد الصوديوم**
«مشتق من حمض قوى HCl مع قاعدة قوية NaOH»

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$NaCl_{(s)} + H_2O_{(l)} = Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

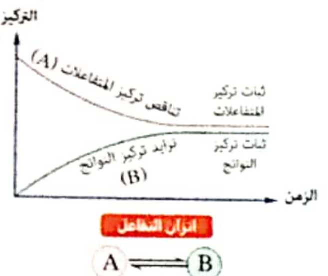
* محلول ملح كلوريد الصوديوم فى الماء **متعادل التأثير**، لأن تركيز أيونات H^+ الحامضية المرتفع يكافئ تركيز أيونات OH^- القاعدية.

* (pH = 7).

٤ مقـارنـات

١

التفاعلات التامـة	التفاعلات الانعكاسية (غير التامة)
* تفاعلات تسير فى الاتجاه الطردى غالبًا، حيث يصعب على المواد الناتجة التى تحتوى على غازات أو رواسب أن تتحد مع بعضها مرة أخرى لتكوين المواد المتفاعلة فى نفس ظروف إجراء التفاعل.	* تفاعلات تسير فى كل من الاتجاهين (الطردى و العكسى)، حيث تظل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة باستمرار فى حيز التفاعل فى نفس ظروف إجراء التفاعل.



٢

التأين التام	التأين الضعيف
* يتم فى الإلكتروليتات القوية.	* يتم فى الإلكتروليتات الضعيفة.
* تتحول فيه كل الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات.	* يتحول فيه جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات.
* تنشط عملية التأين فى الاتجاه الطردى فقط.	* تنشط عملية التأين فى الاتجاه الطردى وعملية ارتباط الأيونات فى الاتجاه العكسى.
$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$	$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

٣

تفاعلات التعادل	عملية التميؤ
* تفاعل حمض وقاعدة مكونًا ملح وماء.	* عملية ذوبان الملح فى الماء مكونًا الحمض والقلوى المشتق منهما الملح.
$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$	$NaCl_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

٥ نبذات مختصرة

١ العوامل المؤثرة فى معدل (سرعة) التفاعل الكيميائى

① طبيعة المواد المتفاعلة.
② تركيز المواد المتفاعلة.
③ درجة حرارة التفاعل.
④ الضغط (فى تفاعلات الأنظمة الغازية).
⑤ العوامل الحفازة.
⑥ الضوء.

- معدل تفاعلات المركبات الأيونية أسرع من معدل تفاعلات المركبات التساهمية،

لأن التفاعلات الأيونية تتم بين أيونات، بينما التفاعلات التساهمية تتم بين جزيئات.

- كما ازدادت مساحة سطح المادة المعرضة للتفاعل، ازداد معدل التفاعل الكيميائى.
- كما ازداد تركيز المواد المتفاعلة يزداد معدل التفاعل الكيميائى لزيادة عدد الجزيئات المتفاعلة وبالتالى عدد التصادمات المحتملة بينها.
- طاقة التنشيط هى الحد الأدنى من الطاقة الحركية التى يجب أن يمتلكها الجزىء لكى يتفاعل عند الاصطدام.
- رفع درجة الحرارة يؤدى إلى :
  - زيادة طاقة حركة الجزيئات، وبالتالى زيادة نسبة الجزيئات المنشطة.
  - زيادة معدل التصادمات بين الجزيئات المنشطة، وبالتالى زيادة سرعة التفاعل الكيميائى.

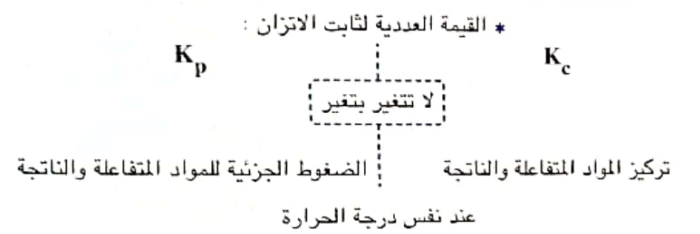
٢ العوامل المؤثرة على الاتزان الكيميائى فى التفاعلات الانعكاسية

① تركيز المواد المتفاعلة. ② الضغط الخارجى. ③ درجة حرارة التفاعل.

- لا يؤثر العامل الحفاز على اتزان التفاعلات الانعكاسية،

لأن التغير الذى يحدث فى معدل التفاعل الطردى يساوى التغير فى معدل التفاعل العكسى.

٣ القيمة العددية لثابت اتزان التفاعل الواحد عند نفس درجة الحرارة



٤ لا يطبق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية،

لأن محاليل الإلكتروليتات القوية تامة التأين، لذا فهى لا تحتوى على جزيئات غير متأينة (مفككة).

٥ الماء النقى متعادل التأثير (at 25°C)،

لأن $[H^+]$ المسئول عن الحامضية = $[OH^-]$ المسئول عن القاعدية = 1×10^{-7} M

٦ العلاقة بين نوع المحلول و قيمتى pH ، pOH له

المحلول	الحمضى	المتعادل	القلوى
قيمة pH	أقل من 7	تساوى 7	أكبر من 7
قيمة pOH	أكبر من 7	تساوى 7	أقل من 7

- تأثير نوع المحلول على الأدلة الكيميائية : ارجع إلى صفحة (٢٨).

الباب 4 الكيميـاء الكهربيـة

١ نبذات مختصرة

١ الرمز الاصطلاحى للخلية الجلفانية

- أسلوب مختصر للتعبير عن مكونات نصفى الخلية الجلفانية والتفاعلات الحادثة فيها،

ويتم التعبير عنها كما يلى :

- **الطرف الأيسر** : يمثل نصف خلية الأنود، ويكتب فيه تفاعل الأكسدة الحادث.

ويتم الفصل بين حالتى التأكسد (قطب العنصر وأيوناته فى المحلول الإلكتروليتى) بخط مائل.

- **الطرف الأيمن** : يمثل نصف خلية الكاثود، ويكتب فيه تفاعل الاختزال الحادث.

ويتم الفصل بين حالتى التأكسد (أيونات العنصر فى المحلول الإلكتروليتى وقطبه) بخط مائل.

- ويتم الفصل بين الطرفين بـ :

خطين متوازيين مائلين // فى حالة استخدام القنطرة الملحية
أو
خط رأسى متقطع ¦ فى حالة استخدام الحاجز المسامى.

الحاجز المسامى فى الخلية الجلفانية يقوم بدور القنطرة الملحية.

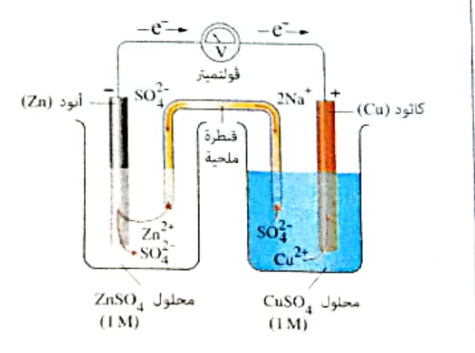
مثال : الخلية الجلفانية التى يحدث فيها التفاعلين التاليين ،

* $Fe^0_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ «تفاعل الأكسدة»

* $2Ag^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Ag^0_{(s)}$ «تفاعل الاختزال»

يُعبر عنها بالرمز الاصطلاحى المقابل : $Fe^0 / Fe^{2+} // Ag^+ / Ag^0$

٢ خلية دانيال كمثال للخلية الجلفانية

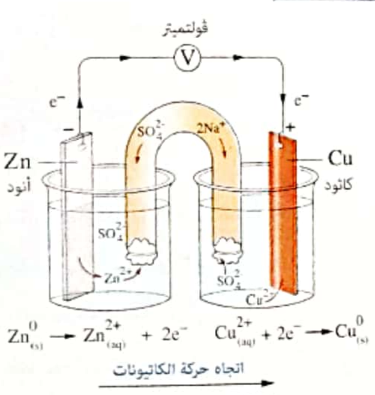


* تفاعل الأنود (تفاعل أكسدة) : $Zn^0_{(s)} \xrightarrow{Oxidation} Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
* تفاعل الكاثود (تفاعل اختزال) : $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \xrightarrow{Reduction} Cu^0_{(s)}$
* التفاعل الكلى : $Zn^0_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu^0_{(s)}$
* الرمز الاصطلاحى : $Zn^0_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu^0_{(s)}$
* القوة الدافعة الكهربية :

$$emf\ (E_{cell}) = E^\circ_{red}(Cu^{2+}) - E^\circ_{red}(Zn^{2+})$$
$$= 0.34 - (-0.76) = 1.1\ V$$

OXIDATION ANODE
REDUCTION CATHODE

٣ القنطرة الملحية فى الخلية الجلفانية



◂ **تركيبها :** القنطرة الملحية عبارة عن أنبوبة زجاجية على هيئة حرف U مقلوب، تملأ بمحلول إلكتروليتى مثل كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 «مذاب فى مادة چيلاتينية»

ولا تتفاعل أيونات هذا المحلول الإلكتروليتى مع أيونات محلولى نصفى الخلية، ولا مع قطبيها.

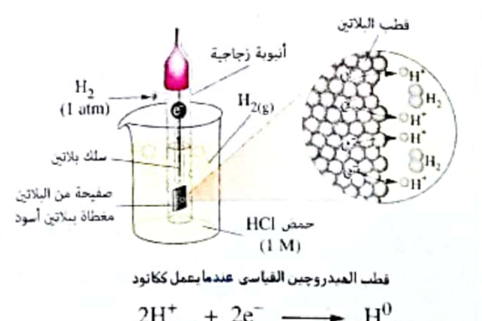
◂ **أهميتها :**

* توصيل محلولى نصفى الخلية بطريقة غير مباشرة.
* معادلة الكاتيونات والأنيونات الزائدة المتكونة فى محلولى نصفى الخلية، نتيجة تفاعل (الأكسدة - الاختزال) الحادث، وهو ما يمنع تراكمها.

◂ **النتيجة المترتبة على غيابها :**

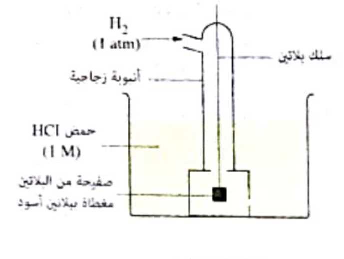
يتوقف مرور التيار الكهربى فى السلك الخارجى الموصل بين قطبى نصفى الخلية لتوقف تفاعل (الأكسدة - الاختزال) التلقائى الحادث نتيجة تراكم الأيونات الزائدة فى محلولى نصفى الخلية.

٤ قطب الهيدروچين القياسى (SHE)



قطب الهيدروچين القياسى عندما يعمل ككاثود

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H^0_{2(g)}$$



شكل تخطيطى لقطب الهيدروچين القياسى

◂ **تركيبه :**

يتركب من صفيحة من البلاتين مساحة سطحها $1\ cm^2$ مغطاة بطبقة إسفنجية من البلاتين الأسود المجزأ، مغمورة جزئيًا فى محلول يكون تركيز أيونات الهيدروچين فيه (1 M) (at 25°C) ، ويمرر عليها تيار من غاز الهيدروچين تحت ضغط ثابت مقداره 1 atm

◂ **الرمز الاصطلاحى لنصف خلية الهيدروچين القياسية :**

* عندما يستخدم قطب الهيدروچين القياسى كأنود : $Pt + H_{2(g)}\ (1\ atm) / 2H^+_{(aq)}\ (1\ M)$
* عندما يستخدم قطب الهيدروچين القياسى ككاثود : $2H^+_{(aq)}\ (1\ M) / Pt + H_{2(g)}\ (1\ atm)$

◂ **أهميته :**

يستخدم فى تعيين الجهود المجهولة لأقطاب العناصر الأخرى بمعلومية جهده.

◂ **جهد قطب الهيدروچين القياسى :**

جهد أيًا من الأكسدة أو الاختزال لقطب الهيدروچين فى الظروف القياسية يساوى zero

◂ **متى يتغير جهد قطب الهيدروچين عن zero ؟**

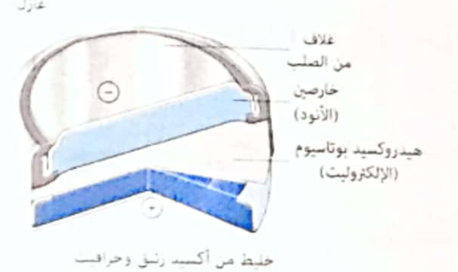
يتغير جهد قطب الهيدروچين عن zero **عند تغير :**

* درجة الحرارة عن 25°C
* تركيز أيونات الهيدروچين $[H^+]$ فى المحلول عن 1 M ⎫ أو كلاهما معًا.
* الضغط الجزئى لغاز الهيدروچين (P_{H_2}) عن 1 atm ⎭

(٥) عناصر مؤخرة السلسلة : * قيم جهود اختزالها موجبة. * قيم جهود أكسدتها سالبة. * يسـهل اختزالها، لأنها ذات قدرة أكبر على اكتساب الإلكترونـات عندمـا تدخل فى تفاعـل مع أى عنصر يحتل مكانة أعلى فى السلسلة. * تعتبر عوامل مؤكسدة قوية. * قوة العامل المؤكسد **تزداد** بزيادة **جهد اختزاله.**	$F^0_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2F^-_{(aq)}$ $E^\circ_{red} = +2.87\ V$ $Cl^0_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$ $E^\circ_{red} = +1.36\ V$ **الفلور عامل مؤكسد أقوى من الكلور** **لأن جهد اختزاله أكبر**
(٦) عناصر مقدمة السلسلة تحل محل العناصر التى تليها – فى سلسلة الجهود الكهربية – فى محاليل أملاحها.	$Zn^0_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^\circ_{oxid} = +0.76\ V$ $Fe^0_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^\circ_{oxid} = +0.44\ V$ $Cu^0_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^\circ_{oxid} = -0.34\ V$ يحل Zn أو Fe محل Cu فى محاليل أملاحه ولا يحدث العكس. $Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$ $Cu_{(s)} + FeSO_{4(aq)} \longrightarrow$ لا يحدث تفاعل تلقائى
(٧) كلما زاد البُعد فى الترتيب بين العنصرين اللذين سيتم بينهما الإحلال، **كلما زادت قدرة العنصر المتقدم على** طرد العنصر المتأخر من محاليل أملاحه.	«بدلالة جهود الأكسدة الموضحة فى الخانة السابقة» قدرة Zn على الإحلال محل Cu فى محاليل أملاحه تفوق قدرة Fe
(٨) العناصـــر التى تسـبق الهيدروجين فى السـلسـلة (جهـود أكسـدتها بإشـارة موجبـة وجهـود اختزالها بإشـارة سـالبة) **يمكنها الإحلال محل أيونات** H^+ فى محاليـل الأحمـاض أو الماء، ليتصاعد غاز الهيدروجين.	$Fe^0_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^\circ_{oxid} = +0.44\ V$ $Cu^0_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^\circ_{oxid} = -0.34\ V$ $2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H^0_{2(g)}$ $E^\circ_{red} = zero$ يحل Fe محل أيونات H^+ فى حمض الهيدروكلوريك، فى حين لا يحل Cu محله $Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$ (Oxidation: $Fe \rightarrow FeCl_2$; Reduction: $HCl \rightarrow H_2$)

(٩) فى الخلايا الجلفانية، تتم عملية الأكسدة فى نصف الخلية ذات جهد الأكسدة الأكبر (جهد الاختزال الأصغر) لتعمل كنصف خلية الأنود، بينما تتم عملية الاختزال فى نصف الخلية ذات جهد الاختزال الأكبر (جهد الأكسدة الأصغر) لتعمل كنصف خلية الكاثود.	$Ag^0_{(s)} \longrightarrow Ag^+_{(aq)} + e^-$ $E^\circ = -0.8\ V$ $Co^0_{(s)} \longrightarrow Co^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^\circ = +0.28\ V$ ∵ جهد أكسدة Co > جهد أكسدة Ag ∴ **تعمل :** • نصف خلية الكوبلت كأنود. • نصف خلية الفضة ككاثود. $Co^0_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Co^{2+}_{(aq)} + 2Ag^0_{(s)}$

٦ خليـة الزئبـق



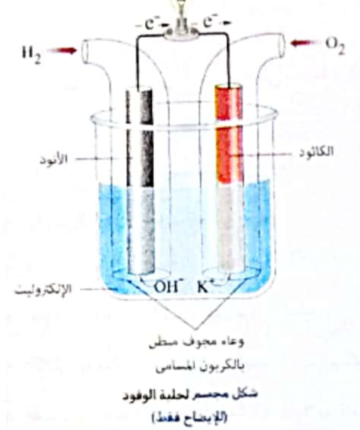
- **النوع :** خلية جلفانية أولية.
- **الأنود :** الخارصين (Zn).
- **الكاثود :** أكسيد الزئبق (HgO) والجرافيت.
- **الإلكتروليت :** هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH).
- **التفاعل الكلى :**

$$Zn^0_{(s)} + HgO_{(s)} \longrightarrow ZnO_{(s)} + Hg^0_{(l)}$$

(Oxidation: $Zn^0 \rightarrow ZnO$ ، Reduction: $HgO \rightarrow Hg^0$)

- **القوة الدافعة الكهربية (emf) :** 1.35 V
- **الاستخدام :** تتميز بصغر حجمها، لذا فهى شائعة الاستخدام فى :
  - سماعات الأذن. • الساعات. • كاميرات التصوير.
- **احتياطات ما بعد الاستخدام :** يلزم التخلص من خلية الزئبق بعد استخدامها بطريقة آمنة وذلك لاحتوائها على مادة الزئبق السامة.

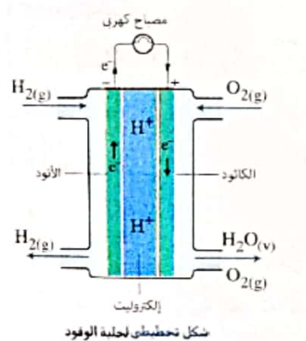
٧ خليـة الوقود



شكل مجسم لخلية الوقود (للإيضاح فقط)

- **النوع :** خلية جلفانية أولية.
- **التركيب :** تتركب من قطبين، كل منهما على هيئة وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون المسامى، للسماح بالاتصال بين ما بداخل الوعاء والإلكتروليت.
- **الوقود المستخدم :** غازى H_2 ، O_2 من مصدر خارجى.
- **الإلكتروليت :** محلول مائى ساخن من هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH).
- **تفاعل الأنود :** $2H_{2(g)} + 4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 4H_2O_{(v)} + 4e^-$ $E^\circ_{oxid} = 0.83\ V$
- **تفاعل الكاثود :** $O_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + 4e^- \longrightarrow 4OH^-_{(aq)}$ $E^\circ_{red} = 0.4\ V$
- **التفاعل الكلى :** $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(v)}$ $E_{cell} = 1.23\ V$
- **القوة الدافعة الكهربية (emf) :** $emf_{cell} = 0.83 + 0.4 = 1.23\ V$
- **المميـزات :**
  - لا تستهلك مكوناتها – كباقى الخلايا الجلفانية – لأنها تزود بالوقود من مصدر خارجى.
  - تعمل عند درجات حرارة مرتفعة وهو ما يؤدى إلى تبخر الماء الناتج عنها ويستخدم بعد تكثيفه كمياه للشرب وخاصةً بالنسبة لرواد الفضاء.
- **العيـوب :**

يتطلب عملها الإمداد المستمر بالوقود والإزالة المستمرة للنواتج، لأنها لا تختزن الطاقة التى تنتجها.



شكل تخطيطى لخلية الوقود

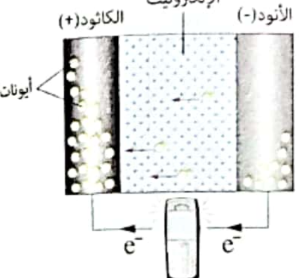
٨ بطارية أيون الليثيوم

- **النوع :** خلية جلفانية ثانوية.
- **التركيب :** تتركب من غلاف معدنى يحيط برقائق ملفوفة بشكل حلزونى، وهى الأنود والكاثود وبينهما عازل وجميعها تكون مغمورة فى الإلكتروليت.

غلاف معدنى
رقيقة الكاثود (القطب الموجب)
رقيقة الأنود (القطب السالب)
رقائق العازل

تركيب بطارية أيون الليثيوم

- **الإلكتروليت :** محلول لامائى من سداسى فلوروفوسفيد الليثيوم ($LiPF_6$).
- **الأنود (القطب السالب) :** جرافيت الليثيوم (LiC_6).
- **الكاثود (القطب الموجب) :** أكسيد الليثيوم كوبلت ($LiCoO_2$).
- **العازل :** شريحة رقيقة جدًا من البلاستيك، تعمل على عزل الأنود عن الكاثود، وتسمح فى نفس الوقت بمرور الأيونات من خلالها.



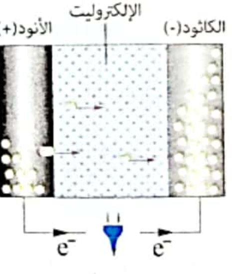
عملية تفريغ بطارية أيون الليثيوم

- **تفاعلات التفريغ :** عند تشغيل البطارية تحدث التفاعلات التالية :
  - تفاعل الأنود :

$$LiC_{6(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} C_{6(s)} + Li^+_{(aq)} + e^-$$

  - تفاعل الكاثود :

$$CoO_{2(s)} + Li^+_{(aq)} + e^- \xrightarrow{\text{Reduction}} LiCoO_{2(s)}$$



عملية شحن بطارية أيون الليثيوم

- **التفاعل الكلى :**

$$LiC_{6(s)} + CoO_{2(s)} \underset{\text{charge}}{\overset{\text{discharge}}{\rightleftharpoons}} C_{6(s)} + LiCoO_{2(s)}$$

- **القوة الدافعة الكهربية :** $E_{cell} = 3\ V$
- **المميـــزات :**
  - خفيفة الوزن.
  - قدرتها على تخزين كمية كبيرة من الطاقة مقارنةً بحجمها، كما إنها بطارية جافة قابلة للشحن لذا تستخدم فى :
    - السيارات الكهربية الحديثة، كبديل لمركم الرصاص.
    - أجهزة التليفون المحمول.
    - أجهزة الكمبيوتر المحمول.

٩ بطارية الرصاص الحامضية (مركم الرصاص)

لوح شبكى من الرصاص مملوء بـ PbO_2 (كاثود)
حمض H_2SO_4 مخفف (إلكتروليت)
لوح شبكى من الرصاص مملوء بـ Pb إسفنجى (أنود)

مركم الرصاص

- **النوع :** خلية جلفانية ثانوية.
- **الإلكتروليت :** حمض الكبريتيك المخفف (H_2SO_4).
- **الأنود :** شبكة من الرصاص مملوءة برصاص إسفنجى (Pb).
- **تفاعل الأنود :**

$$Pb^0_{(s)} + SO^{2-}_{4(aq)} \longrightarrow PbSO_{4(s)} + 2e^- \quad E^o_{oxid} = 0.36\ V$$

- **الكاثود :** شبكة من الرصاص مملوءة بعجينة من ثانى أكسيد الرصاص (PbO_2).
- **تفاعل الكاثود :**

$$PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)} + 2e^- \longrightarrow PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)} \quad E^o_{red} = 1.69\ V$$

- **تفاعل التفريغ :**

$$Pb^0_{(s)} + PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2SO^{2-}_{4(aq)} \xrightarrow{\text{discharge}} 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

- **تفاعل الشحن :**

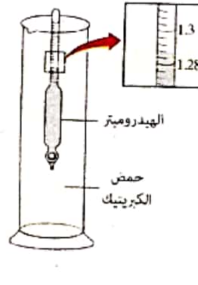
$$2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{charge}} Pb^0_{(s)} + PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2SO^{2-}_{4(aq)}$$

- **التفاعل الكلى :**

$$Pb^0_{(s)} + PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2SO^{2-}_{4(aq)} \underset{\text{charge}}{\overset{\text{discharge}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

- **جهد الخلية الواحدة :** $E_{cell} = E^o_{oxid} + E^o_{red} = 0.36 + 1.69 = 2\ V$
- **القوة الدافعة الكهربية للبطارية :** $emf_{Battery} = 2 \times 6 = 12\ V$

١٠ الهيدروميتر



- **الاستخدام :** قياس كثافة السوائل (مثل حمض الكبريتيك الموجود فى مركم الرصاص).
- عندما تكون كثافة حمض الكبريتيك فى مركم الرصاص :
  - من $1.3\ g/cm^3$: $1.28\ g/cm^3$ **فهذا معناه أن البطارية كاملة الشحن.**
  - أقل من $1.2\ g/cm^3$ **فهذا معناه أن البطارية فى حاجة إلى إعادة الشحن**، لزيادة تركيز الحمض.

١١ تآكل المعادن

الفكرة العامة

يرجع تآكل معظم المعادن الصناعية – كالحديد الصلب – إلى اختلاطها بالشوائب حيث تؤدى الملامسة بين فلزين مختلفين إلى **تآكل الفلز الأنشط**، لتكون **خلية جلفانية موضعية**، **يكون فيها** :

- **الأنود** هو الفلز الأكثر نشاطًا (الفلز الذى سيتآكل).
- **الكاثود** هو الفلز الأقل نشاطًا أو الكربون الموجود فى صورة شوائب.

ميكانيكية التآكل

$2Fe_{(s)} + 3H_2O_{(l)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)}$

ماء — Fe^{2+} Fe^{2+} — الكاثود — الأنود — e^- — قطعة حديد

$2H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + 4e^- \longrightarrow 4OH^-_{(aq)}$

$2Fe_{(s)} \longrightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + 4e^-$

ميكانيكية تآكل الحديد الصلب

عند حدوث كسر أو تشقق فى قطعة حديد، فإنها تكون خلية جلفانية، **يكون فيها** :

- **الإلكتروليت:** الماء المذاب فيه بعض الأملاح (الأيونات).
- **الأنود:** قطعة الحديد.
- **تفاعل الأنود:**

$$2Fe_{(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} 2Fe^{2+}_{(aq)} + 4e^- \quad .... (1)$$

وتنتقل : • أيونات Fe^{2+} إلى الإلكتروليت، لتصبح جزءًا منه.

• الإلكترونات إلى الكاثود خلال قطعة الحديد.

(أى أن قطعة الحديد تقوم بدور كل من الأنود والدائرة الخارجية).

- **الكاثود:** شوائب الكربون الموجودة فى الحديد.
- **تفاعل الكاثود:**

$$2H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + 4e^- \xrightarrow{\text{Reduction}} 4OH^-_{(aq)} \quad .... (2)$$

- تتحد أيونات Fe^{2+} من المعادلة (1) مع أيونات OH^- من المعادلة (2) :

$$2Fe^{2+}_{(aq)} + 4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{2(s)} \quad .... (3)$$

- يتأكسد $Fe(OH)_2$ بفعل الأكسجين الذائب فى الماء.

$$2Fe(OH)_{2(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)} \quad .... (4)$$

- **التفاعل الكلى:** بجمع المعادلات الأربعة السابقة :

$$2Fe_{(s)} + 3H_2O_{(l)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)}$$

- **طرق وقاية الحديد من التآكل :**

تتم حماية الحديد من التآكل بعزله عن الوسط المحيط، ويتم ذلك بإحدى طريقتين، **هما** :

① **الطلاء** بمادة عضوية مثل الزيت أو الورنيش أو السلاقون.

② **التغطية بفلز مقاوم للتآكل** ويتم ذلك بإحدى صورتين، **هما** :

• الغطاء الكاثودى (الحماية الكاثودية). • الغطاء الأنودى (الحماية الأنودية).

الغطاء الكاثودى

- تتم فى عملية الحماية الكاثودية تغطية الفلز المراد حمايته من الصدأ، بفلز آخر **أقل منه نشاطًا**، كطلاء الحديد المستخدم فى صناعة معلبات المأكولات المحفوظة **بالقصدير**.

عيب الغطاء الكاثودى :

عند حدوث خدش فى طبقة الغطاء الكاثودى (طبقة القصدير التى تغطى الحديد).

يصدأ الحديد بشكل أسرع من صدأ الحديد غير المطلى لتكون خلية جلفانية.

يكون فيها :

• الأنود هو الحديد (الفلز الأكثر نشاطًا). • الكاثود هو القصدير (الفلز الأقل نشاطًا).

الغطاء الأنودى

- تتم فى عملية الحماية الأنودية تغطية الفلز المراد حمايته، بفلز آخر **أكثر منه نشاطًا** كطلاء الحديد **بالخارصين**.

ميزة الغطاء الأنودى :

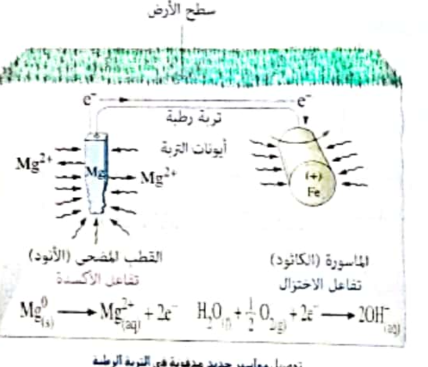
عند حدوث خدش فى طبقة الغطاء الأنودى، فإن الحديد لا يبدأ فى التآكل إلا بعد تآكل طبقة الغطاء الأنودى (الخارصين) بالكامل، وهو ما يستغرق زمنًا طويلًا جدًا، وذلك لتكون خلية جلفانية، **يكون فيها** :

- الكاثود هو الحديد (الفلز الأقل نشاطًا).
- الأنود هو الخارصين (الفلز الأكثر نشاطًا) ويسمى **بالقطب المضحى**.

القطب المضحى

- مواسير الحديد المدفونة فى التربة الرطبة وهياكل السفن دائمة الاتصال بالماء المالح، تكون أكثر عرضة للتآكل.
- **ولحمايتها من التآكل يتم توصيل** المواسير (أو هياكل السفن) بفلز آخر أكثر نشاطًا كالماغنسيوم فتعمل المواسير (أو هياكل السفن) ككاثود والماغنسيوم كأنود.

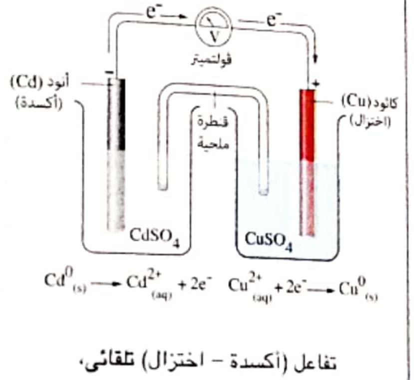
وهو ما يؤدى إلى تآكل الماغنسيوم بدلًا من الحديد، لذا يطلق عليه مصطلح **القطب المضحى**.



توصيل مواسير حديد مدفونة فى التربة الرطبة بقطب مضحى من الماغنسيوم

(المعادلات للإيضاح فقط)

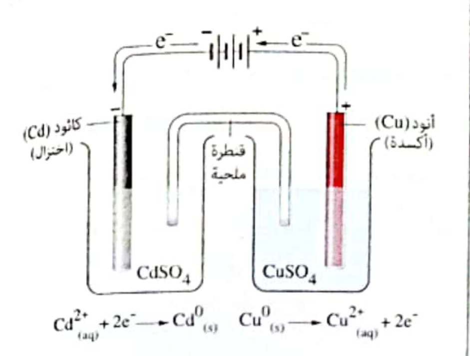
١٢ الخلية الجلفانية



$Cd^0_{(s)} \longrightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu^0_{(s)}$

تفاعل (أكسدة – اختزال) **تلقائى**، يمكن الحصول منه على طاقة كهربية

١٣ الخلية التحليلية



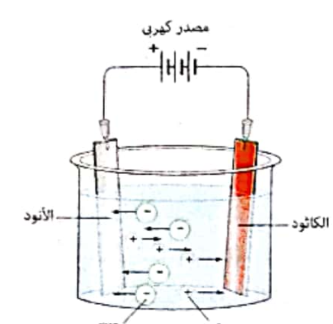
$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cd^0_{(s)}$ $\quad Cu^0_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

تفاعل (أكسدة – اختزال) **غير تلقائى**، يمكن إحداثه باستخدام مصدر خارجى للتيار الكهربى

الخلية الجلفانية		الخلية التحليلية
$Cd^0_{(s)} \longrightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	**تفاعل الأكسدة**	$Cu^0_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu^0_{(s)}$	**تفاعل الاختزال**	$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cd^0_{(s)}$
$Cd^0_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + Cu^0_{(s)}$	**التفاعل الكلى**	$Cu^0_{(s)} + Cd^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + Cd^0_{(s)}$

* عند توصيل قطبى خلية جلفانية بمصدر للتيار الكهربى المستمر، جهده **أكبر قليلًا** من الجهد الناتج عن الخلية الجلفانية، يحدث تفاعل عكس التفاعل التلقائى حيث يتحول تفاعل الأكسدة إلى اختزال وتفاعل الاختزال إلى أكسدة.

١٤ خلية التحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس $CuCl_2$ (II)



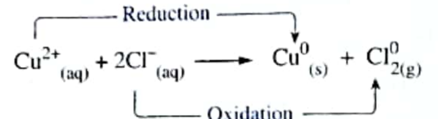
تفاعل الأنود:

$$2Cl^-_{(aq)} \xrightarrow{Oxidation} Cl^0_{2(g)} + 2e^- \qquad E^\circ = -1.36\ V$$

تفاعل الكاثود:

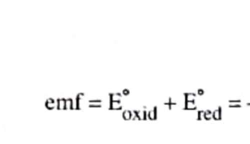
$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \xrightarrow{Reduction} Cu^0_{(s)} \qquad E^\circ = +0.34\ V$$

معادلة التفاعل الكلى:



$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cu^0_{(s)} + Cl^0_{2(g)}$$

جهد الخلية:

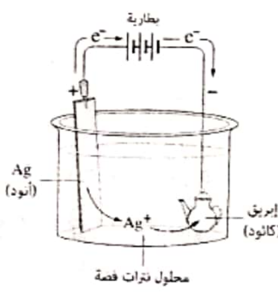


$$emf = E^\circ_{oxid} + E^\circ_{red} = -1.36 + 0.34 = -1.02\ V$$

«الإشارة السالبة لجهد الخلية تعنى أن التفاعل الحادث **لا يتم تلقائيًا**، ولكنه يتم باستخدام طاقة كهربية من مصدر خارجى».

٢ تجارب علمية

١ عملية طلاء إبريق بطبقة من الفضة بالتحليل الكهربى



(١) ينظف سطح الإبريق جيدًا.

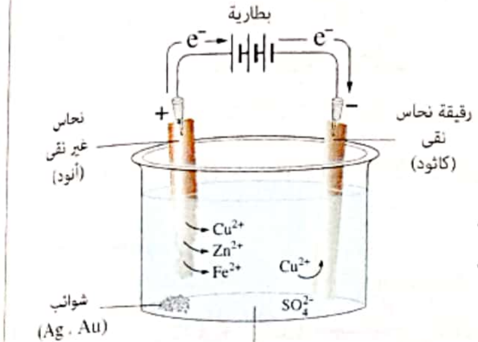
(٢) يوصل لوح من الفضة النقية بالقطب الموجب للبطارية ليعمل كأنود، بينما يوصل الإبريق بالقطب السالب للبطارية ليعمل **كاثود**.

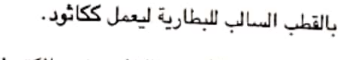
(٣) يغمر كلاً من الأنود والكاثود فى محلول نترات الفضة (الإلكتروليت).

وعند مرور التيار الكهربى تحدث:

- عملية أكسدة لذرات فضة الأنود وتذوب فى المحلول. $\quad Ag^0_{(s)} \longrightarrow Ag^+_{(aq)} + e^-$
- عملية اختزال لأيونات الفضة الموجودة فى المحلول عند الكاثود (سطح الإبريق)، فتترسب ذرات الفضة على سطحه. $\quad Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag^0_{(s)}$

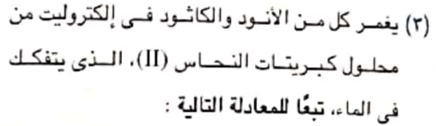
٢ عملية تنقية فلز النحاس غير النقى بالتحليل الكهربى



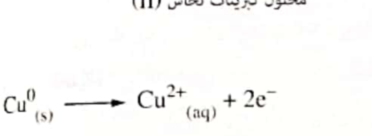
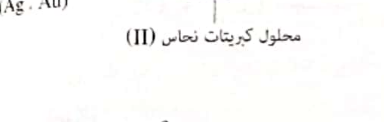


(١) يوصل فلز النحاس غير النقى بالقطب الموجب للبطارية ليعمل **كأنود**.

(٢) يوصل سلك أو رقائق النحاس النقى بالقطب السالب للبطارية ليعمل **ككاثود**.



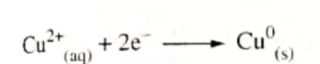
(٣) يغمر كل من الأنود والكاثود فى إلكتروليت من محلول كبريتات النحاس (II)، الذى يتفكك فى الماء، **تبعًا للمعادلة التالية** :

$$CuSO_{4(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

وعند مرور التيار الكهربى تحدث :

- **عملية أكسدة** لذرات النحاس عند الأنود.

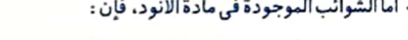


$$Cu^0_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

- **عملية اختزال** لأيونات النحاس عند الكاثود لتترسب ذرات النحاس النقية عليه.

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu^0_{(s)}$$

أما الشوائب الموجودة فى مادة الأنود، فإن :



- بعضها (مثل الخارصين والحديد) يتأكسد ويذوب فى المحلول، وذلك لصغر جهود اختزالهما مقارنةً بجهد اختزال Cu^{2+}

$$Zn^0_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

$$Fe^0_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

- بعضها (مثل الذهب والفضة) لا يتأكسد ولكنه يترسب فى المحلول أسفل الأنود.

٣ استخلاص الألومنيوم من خام البوكسيت بالتحليل الكهربى

الخطوات :

- يستخلص الألومنيوم من خام البوكسيت (Al_2O_3) المذاب فى مصهور الكريوليت (Na_3AlF_6) والذى يضاف إليه قليلًا من الفلورسبار (CaF_2)، لخفض درجة انصهار المخلوط من 2045°C إلى 950°C بالإضافة إلى أنه يزيد من التوصيل الكهربى للخليط.
- ويستعاض حديثًا عن الكريوليت بمخلوط من أملاح فلوريدات (الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم)، لأن هذا المخلوط يعطى مع البوكسيت مصهورًا يتميز بانخفاض درجة انصهاره وكثافته مقارنةً بمخلوط الكريوليت مع البوكسيت، مما يسهل فصل مصهور الألومنيوم.

(١) توصل أسطوانات الجرافيت بالقطب الموجب لمصدر كهربى، لتعمل **كأنود**.

(٢) يوصل الجرافيت المبطن لجسم إناء الخلية بالقطب السالب للمصدر الكهربى، ليعمل **ككاثود**.

(٣) يتفكك مصهور البوكسيت تبعًا للمعادلة :

$$Al_2O_{3(l)} \longrightarrow 2Al^{3+}_{(l)} + 3O^{2-}_{(l)}$$

وعند مرور التيار الكهربى تحدث :

- **عملية أكسدة** لأيونات الأكسجين عند الأنود :

$$3O^{2-} \longrightarrow \frac{3}{2}O_{2(g)} + 6e^- \quad ....(1)$$

- **عملية اختزال** لأيونات الألومنيوم عند الكاثود :

$$2Al^{3+} + 6e^- \longrightarrow 2Al^0_{(l)} \quad ....(2)$$

التفاعل الكلى : بجمع المعادلتين (1) ، (2) :

$$2Al^{3+} + 3O^{2-} \longrightarrow 2Al^0_{(l)} + \frac{3}{2}O^0_{2(g)}$$

(Oxidation ، Reduction)

ويسحب الألومنيوم من الخلية من خلال فتحة خاصة بذلك.

ملحوظة :

تتآكل أقطاب الجرافيت، نتيجة لتفاعلها مع الأكسجين المتصاعد من عملية الأكسدة، لذا يلزم تغييرها من وقت لآخر.

$$\frac{3}{2}O_{2(g)} + 2C_{(s)} \longrightarrow CO_{(g)} + CO_{2(g)}$$

٣ قوانين و علاقات و تطبيقات

- $E_{cell}\ (emf) = \begin{cases} E^\circ_{oxid}\ (Anode) - E^\circ_{oxid}\ (Cathode) \\ E^\circ_{red}\ (Cathode) - E^\circ_{red}\ (Anode) \\ E^\circ_{oxid}\ (Anode) + E^\circ_{red}\ (Cathode) \end{cases}$
- $E^\circ_{oxid} = - E^\circ_{red}$ (للعنصر الواحد)
- $2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H^0_{2(g)}$ $\quad E^\circ = zero$
- $Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn^0_{(s)}$ $\quad E^\circ_{red} = -0.76\ V$
- $Zn^0_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{oxid} = +0.76\ V$
- $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu^0_{(s)}$ $\quad E^\circ_{red} = +0.34\ V$
- $Cu^0_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{oxid} = -0.34\ V$

١

* إذا كانت قيمة emf للخلية :
  - **بإشارة موجبة، فهذا يعنى أنها خلية جلفانية، تفاعلها تلقائى**
    «أى يصدر عنها تيار كهربى»، «تفاعل تفريغ».
  - **بإشارة سالبة، فهذا يعنى أنها خلية تحليلية، تفاعلها غير تلقائى**
    «أى لا يصدر عنها تيار كهربى»، «تفاعل شحن».
* تمثل الخلية الجلفانية برمز اصطلاحى كالتالى :

$$\overset{\text{أكسدة}}{M^0_{(s)} / M^{x+}_{xM}} \quad // \quad \overset{\text{اختزال}}{X^{x+}_{xM} / X^0_{(s)}}$$

نصف خلية الأنود (العامل المختزل) — قنطرة ملحية — نصف خلية الكاثود (العامل المؤكسد)

مثال 1

خلية جلفانية مكونة من نصف خلية $Sn^0_{(s)} / Sn^{2+}_{(aq)}$ ونصف خلية $Ag^0_{(s)} / Ag^+_{(aq)}$

فإذا علمت أن جهد الاختزال القياسى لأيونات القصدير **$-0.14\ V$** ولأيونات الفضة **$+0.8\ V$** :

(١) احسب emf للخلية.

(٢) اكتب الرمز الاصطلاحى لها.

الحل

(١)

$emf = E^\circ_{red}\ (Ag^+) - E^\circ_{red}\ (Sn^{2+})$

$= 0.8 - (-0.14) = 0.94\ V$

(٢) الرمز الاصطلاحى للخلية : $Sn^0_{(s)} / Sn^{2+}_{(aq)} // Ag^+_{(aq)} / Ag^0_{(s)}$

مثال 2

هل التفاعل التالى يمثل عملية التفريغ أم عملية الشحن فى إحدى الخلايا الثانوية ؟

مع بيان السبب. $Cd^0_{(s)} + 2Ni^{3+}_{(aq)} \longrightarrow 2Ni^{2+}_{(aq)} + Cd^{2+}_{(aq)}$

علمًا بأن :

- $Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cd^0_{(s)}$ $\quad E^\circ = -0.4\ V$
- $2Ni^{3+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Ni^{2+}_{(aq)}$ $\quad E^\circ = +0.9\ V$

الحل

يتضح من التفاعل الكلى حدوث عملية أكسدة لذرات الكادميوم (Cd) وعملية اختزال لأيونات النيكل (Ni^{3+})

$\because emf = E^\circ_{oxid}\ (Cd^0) + E^\circ_{red}\ (Ni^{3+}) = 0.4 + 0.9 = +1.3\ V$

∵ قيمة emf بإشارة موجبة. ∴ هذا التفاعل يمثل تفاعل تفريغ

القانون الأول لفاراداى

٢

* نص القانون : تتناسب كمية المادة المتكونة أو المستهلكة عند أى قطب سواء كانت غازية أو صلبة تناسبًا طرديًا مع كمية الكهرباء المارة فى الإلكتروليت.
* كمية الكهرباء (C) = شدة التيار (A) × الزمن (s)
* **الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر** = $\dfrac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للعنصر (g/atom)}}{\text{عدد تأكسد أيون العنصر}}$
* **كتلة المادة المتحررة أو المستهلكة (g)** = كمية الكهرباء (F) × الكتلة المكافئة الجرامية (g)
* **كتلة المادة المتحررة أو المستهلكة (g)** = $\dfrac{\text{كمية الكهرباء (C)}}{96500\ C}$ × الكتلة المكافئة الجرامية (g)

مثال 1 احسب الزمن اللازم لترسيب 9 g من فلز الألومنيوم عند مرور تيار كهربى شدته 10 A فى خلية تحليل تحتوى على مصهور أكسيد الألومنيوم، **[Al = 27]**

إذا علمت أن تفاعل الكاثود : $Al^{3+}_{(l)} + 3e^- \longrightarrow Al^0_{(l)}$

الحل

الكتلة المكافئة الجرامية للألومنيوم (g) = $\dfrac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للألومنيوم}}{\text{عدد تكسد أيون الألومنيوم } Al^{3+}} = \dfrac{27}{3} = 9\ g$

∵ كتلة الألومنيوم المترسبة (g) = $\dfrac{\text{كمية الكهرباء (C)} \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية (g)}}{96500\ C}$

∴ كمية الكهرباء (C) = $\dfrac{96500 \times 9}{9} = 96500\ C$

∵ كمية الكهرباء (C) = شدة التيار (A) × الزمن (s)

∴ الزمن (s) = $\dfrac{96500}{10} = 9650\ s$

مثال 2 احسب كتلة الفضة المترسبة على ملعقة من الحديد عند إمرار كمية من الكهرباء مقدارها 0.2 F في محلول نترات الفضة، علمًا بأن تفاعل الكاثود : $Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag^0_{(s)}$ [Ag = 108]

الحل

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية للفضة (g)} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للفضة}}{\text{عدد تأكسد أيون الفضة } Ag^+} = \frac{108}{1} = 108\ g$$

كتلة الفضة المترسبة (g) = كمية الكهرباء (F) × الكتلة المكافئة الجرامية (g)

$$= 108 \times 0.2 = 21.6\ g$$

مثال 3 قسم محلول من نترات الفضة على ثلاث خلايا تحليلية، وأُمر في الخلية الأولى تيار شدته 965 A لمدة 1 s وفي الخلية الثانية 9650 C وفي الخلية الثالثة 0.2 F

احسب كتلة الفضة المترسبة على كاثود كل خلية، وما الذي تستنتجه من هذه النتائج ؟ [Ag = 108]

الحل

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية للفضة (g)} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للفضة}}{\text{عدد تأكسد أيون الفضة } Ag^+} = \frac{108}{1} = 108\ g$$

كمية الكهرباء المارة في الخلية الأولى (C) = شدة التيار (A) × الزمن (s)

$$= 1 \times 965 = 965\ C$$

$$\text{الكتلة المتحررة (g)} = \frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية (g)} \times \text{كمية الكهرباء (C)}}{96500\ C}$$

$$\text{كتلة الفضة المترسبة على كاثود الخلية الأولى} = \frac{965 \times 108}{96500} = 1.08\ g$$

$$\text{كتلة الفضة المترسبة على كاثود الخلية الثانية} = \frac{9650 \times 108}{96500} = 10.8\ g$$

$$\text{كتلة الفضة المترسبة على كاثود الخلية الثالثة} = \frac{\text{كمية الكهرباء (F)} \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية (g)}}{1\ F}$$

$$= 108 \times 0.2 = 21.6\ g$$

ويستنتج مما سبق أن : كتلة الفضة المتكونة عند الكاثود تتناسب طرديًا مع كمية الكهرباء المارة في محلول نترات الفضة وهو ما يؤكد القانون الأول لفاراداي.

القانون الثاني لفاراداي

* نص القانون : تتناسب كميات المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة عند مرور نفس كمية الكهرباء في عدة إلكتروليتات متصلة معًا على التوالي مع الكتل المكافئة الجرامية لكل منها.

$$\frac{\text{الكتلة المتحررة من العنصر X}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر X}} = \frac{\text{الكتلة المتحررة من العنصر Y}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر Y}}$$

مثال عند إمرار كمية من الكهرباء في محلولي نترات فضة $AgNO_3$ وكبريتات نحاس (II) $CuSO_4$، ترسب في الخلية التحليلية الأولى 21.6 g من الفضة.

احسب كتلة النحاس المترسبة في الخلية الثانية. [Ag = 108 , Cu = 63.5]

الحل

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للعنصر}}{\text{عدد تأكسد أيون العنصر}}$$

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية للفضة} = \frac{108}{1} = 108\ g$$

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس} = \frac{63.5}{2} = 31.75\ g$$

$$\frac{\text{كتلة الفضة المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للفضة}} = \frac{\text{كتلة النحاس المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس}}$$

$$\frac{21.6}{108} = \frac{\text{كتلة النحاس المترسبة}}{31.75}$$

$$\text{كتلة النحاس المترسبة} = \frac{31.75 \times 21.6}{108} = 6.35\ g$$

القانون العام للتحليل الكهربي

كمية المادة المراد تحريرها		كمية الكهرباء اللازمة لتحريرها
كتلة مكافئة جرامية	←	1 F = 96500 C
1 mol	←	1 F × عدد مولات الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة
x mol	←	1 F × عدد المولات (x) × عدد مولات الإلكترونات

مثال 1

احسب كمية الكهرباء بالفاراداي اللازمة لإنتاج 18 g من الألومنيوم بالتحليل الكهربي لمصهور البوكسيت تبعًا لتفاعل الكاثود : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al^0$ [Al = 27]

الحل

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية للألومنيوم (g)} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للألومنيوم}}{\text{عدد تأكسد أيون الألومنيوم } Al^{3+}} = \frac{27}{3} = 9\ g$$

$$1\ F \xrightarrow{\text{تلزم لترسيب}} 9\ g\ Al$$

$$?\ F \longrightarrow 18\ g\ Al$$

$$\therefore \text{كمية الكهرباء} = \frac{18}{9} = 2\ F$$

حل ثانٍ

عدد مولات الألومنيوم = $\frac{18}{27}$

$= \frac{2}{3}$ mol

∴ كمية الكهرباء = $3 \times \frac{2}{3}$

$= 2$ F

حل ثالث

$(27\ g/mol)\ Al \xrightarrow{\text{يلزم لترسيبها}} 3 \times 1\ F$

$18\ g\ Al \longrightarrow ?\ F$

∴ كمية الكهرباء = $\frac{3 \times 18}{27}$

$= 2$ F

مثال 2 احسب حجم غاز الأكسچين (at STP) الناتج عند مرور كمية من الكهرباء مقدارها 5 F في إلكتروليت تبعًا لتفاعل الأنود :

$$2O^{2-}_{(aq)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4e^-$$

1 mol   4 F

الحل

$22.4\ L \xleftarrow{\text{تنتج}} 4\ F$

$?\ L \longleftarrow 5\ F$

حجم غاز الأكسچين الناتج = $\frac{5 \times 22.4}{4} = 28$ L

مثال 3

أُمر تيار كهربي مستمر شدته 18 A لمدة 1 h في محلول كبريتات النيكل (II) $NiSO_4$ لطلاء وجهي رقيقة من معدن رخيص مربعة الشكل طول ضلعها 4 cm احسب سُمك طبقة الطلاء، علمًا بأن كثافة النيكل $8.9\ g/cm^3$ [Ni = 58.7]

الحل

كمية الكهرباء (C) = شدة التيار (A) × الزمن (s)

$= 18 \times 60 \times 60 = 64800$ C

الكتلة المكافئة الجرامية للنيكل (g) = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للنيكل}}{\text{عدد تأكسد أيون النيكل } Ni^{2+}} = \frac{58.7}{2} = 29.35$ g

كتلة النيكل المترسبة (كتلة الطلاء) (g) = $\frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للنيكل (g)} \times \text{كمية الكهرباء (C)}}{96500\ C}$

$= \frac{64800 \times 29.35}{96500} = 19.71$ g

مساحة سطح طلاء النيكل (cm^2) = مساحة الوجه الواحد × 2 = (طول الضلع × نفسه) × 2

$= 2 \times (4 \times 4) = 32\ cm^2$

حجم طبقة الطلاء = $\frac{\text{الكتلة (g)}}{\text{الكثافة } (g/cm^3)} = \frac{19.71}{8.9} = 2.21\ cm^3$

سُمك طبقة الطلاء = $\frac{\text{حجم طبقة الطلاء } (cm^3)}{\text{مساحة سطح الطلاء } (cm^2)} = \frac{2.21}{32} = 0.07$ cm

٤ مقارنات

١

الخلايا الأولية	الخلايا الثانوية
• خلايا جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية المختزنة إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل (أكسدة – اختزال) تلقائي غير انعكاسي.	• خلايا جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية المختزنة إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل (أكسدة – اختزال) تلقائي انعكاسي.
• لا يمكن إعادة شحنها بعد تفريغها.	• يمكن إعادة شحنها بعد تفريغها.
• **أمثلة** : • خلية الزئبق. • خلية الوقود.	• **أمثلة** : • بطارية الرصاص الحامضية. • بطارية أيون الليثيوم.

٢

الخلية الجلفانية	الخلية التحليلية (الإلكتروليتية)
• تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية.	• تتحول فيها الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية.
• تتم فيها تفاعلات (أكسدة – اختزال) بشكل **تلقائي**.	• تتم فيها تفاعلات (أكسدة – اختزال) بشكل **غير تلقائي**.
• قيمة emf لها بإشارة **موجبة**.	• قيمة emf لها بإشارة **سالبة**.
• **الأنود** هو القطب **السالب** وتحدث عنده عملية الأكسدة.	• **الأنود** هو القطب **الموجب** وتحدث له أو عنده عملية الأكسدة.
• **الكاثود** هو القطب **الموجب** وتحدث له عملية الاختزال.	• **الكاثود** هو القطب **السالب** وتحدث له أو عنده عملية الاختزال.
• قطبي الأنود والكاثود من مادتين **مختلفتين**.	• قطبي الأنود والكاثود قد يكونا من **نفس المادة** أو من مادتين **مختلفتين**.
• تحتوي الخلية على **إلكتروليتين مختلفين**.	• تحتوي الخلية على **إلكتروليت واحد**.
• **مثال** : خلية دانيال.	• **مثال** : خلية استخلاص الألومنيوم من خام البوكسيت.

الباب 5 الكيمياء العضوية

١ تسمية الأيوباك للمركبات العضوية

١ تسمية الأيوباك للألكانات (البارافينات)

القاعدة	أمثلة
١ يضاف المقطع (ـ ان – ane) إلى الشق الدال على عدد ذرات الكربون.	CH_4 ميثـان ، C_3H_8 بروبـان ، C_6H_{14} هكسـان

1 = meth ميث ، 2 = eth إيث ، 3 = prop بروب ، 4 = but بيوت ، 5 = pent بنت ،
6 = hex هكس ، 7 = hept هبت ، 8 = oct أوكت ، 9 = non نون ، 10 = dec ديك ، …

القاعدة	أمثلة
٢ يحدد اسم الألكان من أطول سلسلة كربونية متصلة سواء كانت مستقيمة أو منحنية.	C−C−C−C−C (مع تفرع C) ؛ C−C−C−C−C مع C−C ؛ C−C−C مع C−C−C−C
٣ ترقم السلسلة الأساسية بدءاً من الطرف الأقرب لأول نقطة تفرع، والذى يؤدى إلى تحديد نقاط تفرع المجموعات بأقل مجموع أرقام ممكن.	C−C−C(C)−C−C−C: ترقيم خطأ 6 5 4 3 2 1 → 4 ✗ ؛ ترقيم صواب 1 2 3 4 5 6 → 3 ✓ C−C(C)−C(C)−C−C: ترقيم خطأ 5 4 3 2 1 → 3 + 4 = 7 ✗ ؛ ترقيم صواب 1 2 3 4 5 → 2 + 3 = 5 ✓
٤ إذا تصادف وجود سلسلتان متساويتان فى الطول فى نفس الجزىء، نختار أكثرهما تفرعاً كأساس للتسمية.	C−C−C−C−C−C (مرقمة 1 2 3 4 5 6 مع تفرعين) ✓ ؛ C−C−C−C−C−C (مرقمة 1 2 3 4 5 6 مع تفرع واحد) ✗

٥ عند صياغة اسم المركب فى صورته النهائية يجب مراعاة ما يلى :

(١) يُسبق كل تفرع بالرقم الدال على موضع تفرعه من السلسلة الأساسية.

$H_3C-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

2- ميثيل بيوتان

(ب) يفصل بين :

- الرقم والرقم بفصلة (،).
- الرقم والاسم بشرطة (-).

$H_3C-CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$

3،2- ثنائى ميثيل بنتان

(جـ) عند تكرار تفرع مجموعة أو ذرة ما من السلسلة الأساسية يضاف إلى اسمها البادئة التى تشير إلى عدد مرات تكرارها (ثنائى، ثلاثى، …) وذلك بالإضافة إلى الأرقام الدالة على مواضع تفرعها من السلسلة.

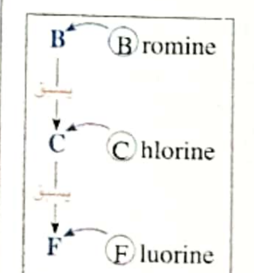
$H_3C-CH(Cl)-CH(OH)-CH(Cl)-CH_3$

5 4 3 2 1 : 2 + 3 + 4 = 9 ✓

1 2 3 4 5 : 4 + 3 + 2 = 9 ✓

4،2- ثنائى كلورو -3- هيدروكسى بنتان

(د) ترتب التفرعات أبجدياً حسب أسمائها اللاتينية.



$Cl-C(Br)(H)-C(F)(F)-F$

1،1،1- ثلاثى فلورو -2- برومو -2- كلوروإيثان ✗

1 + 1 + 1 + 2 + 2 = 7 ✗

1- برومو -1- كلورو -2،2،2- ثلاثى فلوروإيثان ✗

1 + 1 + 2 + 2 + 2 = 8 ✗

2- برومو -2- كلورو -1،1،1- ثلاثى فلوروإيثان ✓

2 + 2 + 1 + 1 + 1 = 7 ✓

٢ هاليدات الألكيل

يكتب اسم الهالوجين منتهيًا بالحرف (و)، يعقبه اسم الألكان المشتق منه مجموعة الألكيل :	• كلوريد الميثيل	CH_3Cl	كلوروميثان
	• بروميد الإيثيل	C_2H_5Br	برومو-إيثان

٣ تسمية الأيوباك للألكينات (الأوليفينات) والألكاينات (الأسيتيلينات)

١ • يضاف المقطع (- ين ene -) إلى نهاية اسم الشق الدال على أطول سلسلة كربونية تحتوى على رابطة مزدوجة.	C_2H_4 إيثين	$H_3C-CH_2-CH=CH_2$ 1- بيوتين
• يضاف المقطع (- اين yne -) إلى نهاية اسم الشق الدال على أطول سلسلة كربونية تحتوى على رابطة ثلاثية.	C_2H_2 إيثاين	$H_3C-C\equiv C-CH_3$ 2- بيوتاين
٢ ترقم السلسلة الكربونية من الطرف الأقرب إلى الرابطة غير المشبعة، بغض النظر عن موقع أى تفرعات أخرى.	$H_3C-CH=CH-CH_2-CH_3$ ✗ 5 4 3 2 1 ✓ 1 2 3 4 5 2- بنتين	
	$H_3C-C\equiv C-CH_2-CH_2Cl$ ✗ 5 4 3 2 1 ✓ 1 2 3 4 5 5- كلورو -2- بنتاين	
	$F_2CH-CH(CH_3)-CH=CH_2$ ✗ 1 2 3 4 ✓ 4 3 2 1 4،4- ثنائى فلورو -3- ميثيل -1- بيوتين	

٤ تسمية الأيوباك للمركبات الأروماتية

تسمية مشتقات البنزين :

(أ) المشتقات أحادية الاستبدال :

١- غالبًا ما يكتب اسم الذرة أو المجموعة المستبدلة متبوعة بكلمة بنزين.	F (حلقة بنزين) فلوروبنزين	NO_2 (حلقة بنزين) نيتروبنزين	CH_2CH_3 (حلقة بنزين) إيثيل بنزين
٢- عند استبدال إحدى ذرات هيدروجين حلقة البنزين ببعض المجموعات الفعالة، فإن اسم المركب الناتج ينسب إلى البنزين.	OH (حلقة بنزين) فينول هيدروكسى بنزين	CH_3 (حلقة بنزين) طولوين ميثيل بنزين	COOH (حلقة بنزين) حمض بنزويك كربوكسى بنزين
٣- إذا كانت حلقة البنزين متصلة بمجموعة ليس لها اسم بسيط، فإنه يتم التعامل مع حلقة البنزين باعتبارها المجموعة المستبدلة (الفرع) فتأخذ اسم **فينيل**.	$H_3C-CH(C_6H_5)-CH_3$ 2- فينيل بروبان		$C_6H_5-CH=CH-C_6H_5$ 2،1- ثنائى فينيل إيثين

(ب) المشتقات ثنائية الاستبدال :

١- عند استبدال ذرتى هيدروجين فى الحلقة بذرتين متشابهتين أو مختلفتين، تتم التسمية بطريقة الترقيم حيث ترقم ذرات الكربون فى الحلقة بالاتجاه الذى يعطى أقل مجموع ممكن، مع مراعاة الترتيب الأبجدى.	Cl، Br (حلقة بنزين) 1- برومو -3- كلوروبنزين	Br، Br (حلقة بنزين) 4،1- ثنائى برومو بنزين

٢- في حالة استبدال ذرة هيدروجين في مركبات: (الفينول، الطولوين، حمض البنزويك) ترقم المجموعة الأساسية في هذه المركبات بالرقم 1 وترقم المجموعات الأخرى حسب موقعها بالنسبة للمجموعة الأساسية.	2-نيتروفينول 1-هيدروكسي-2-نيتروبنزين	4-بروموطولوين 1-برومو-4-ميثيل بنزين

للإيضاح فقط

* عند استبدال ذرتي هيدروجين في حلقة بنزين بمجموعتي هيدروكسيل وميثيل، ينسب اسم المركب إلى الفينول وليس إلى الطولوين، أو يصبح له اسم جديد وهو (أرثو أ، بارا أ، ميتا أ) كريزول.

3-ميثيل فينول
ميتا-كريزول

(جـ) المشتقات متعددة الاستبدال:

* ترتب المجموعات أبجديًا حسب أسمائها اللاتينية، بغض النظر عن ترقيم مواقعها. * ترقم ذرات كربون الحلقة مرورًا بالاتجاه الذي يؤدي إلى أقل مجموع ممكن لأرقام التفرعات.	4-برومو-2،1-ثنائي كلوروبنزين	5،3،1-ثلاثي ميثيل بنزين

٥ تسمية الأيوباك للألكانات الحلقية

	C_3H_6	C_4H_8	C_5H_{10}	C_6H_{12}
* يضاف المقطع (**سيكلو**) قبل اسم الألكان. **أو** * يضاف المقطع (**حلقي**) بعد اسم الألكان.	**سيكلو**بروبان (بروبان **حلقي**)	**سيكلو**بيوتان (بيوتان **حلقي**)	**سيكلو**بنتان (بنتان **حلقي**)	**سيكلو**هكسان (هكسان **حلقي**)

٦ تسمية الأيوباك للكحولات

* يضاف المقطع (- ول) إلى نهاية اسم الألكان (ألكانول).	• الكحول الميثيلي	CH_3OH	ميثانول
	• الكحول الإيثيلي	C_2H_5OH	إيثانول

٧ تسمية الأيوباك للألدهيدات

* يضاف المقطع (- ال) إلى نهاية اسم الألكان المقابل (ألكانال).	• الأسيتالدهيد	CH_3CHO	إيثانال
	• البروبانالدهيد	C_2H_5CHO	بروبانال

٨ تسمية الأيوباك للكيتونات

* يضاف المقطع (- ون) إلى نهاية اسم الألكان المقابل (ألكانون).	• الأسيتون	CH_3COCH_3	بروبانون

٩ تسمية الأيوباك للأحماض العضوية

* تكتب كلمة حمض، يعقبها اسم الألكان منتهيًا بالمقطع (- **ويك**) (حمض الكان**ويك**).	• حمض الفورميك	$HCOOH$	حمض ميثان**ويك**
	• حمض الأسيتيك	CH_3COOH	حمض إيثان**ويك**

١٠ تسمية الأيوباك للإسترات

تسمية الأيوباك للأحماض العضوية [حمض + ألكان + ويك]	تسمية الأيوباك لأنيونات الأحماض العضوية [ألكان + وات]	تسمية الأيوباك لمجموعات الألكيل [ألكـ + يل]	تسمية الأيوباك للإستر المقابل [ألكانوات + ألكيل]
$HCOOH$ حمض الميثانويك	$HCOO-$ ميثانوات	+ CH_3- ميثيل	→ $HCOOCH_3$ ميثانوات الميثيل
CH_3COOH حمض الإيثانويك	CH_3COO- إيثانوات	+ CH_3- ميثيل	→ CH_3COOCH_3 إيثانوات الميثيل

أ صيغ بنائية و جزيئية

المركب	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية
يوريا [بولينا]	$H_2N-C(=O)-NH_2$	CH_4ON_2
بنتان حلقى [سيكلوبنتان]		C_5H_{10}
هكسان حلقى [سيكلوهكسان]		C_6H_{12}
بنزين عطرى		C_6H_6
كلوريد ميثيلين [ثنائى كلوروميثان]	$Cl-CH_2-Cl$	CH_2Cl_2
كلوروفورم [ثلاثى كلوروميثان]	$Cl-CHCl-Cl$	$CHCl_3$
رابع كلوريد الكربون [رباعى كلوروميثان]	$Cl-CCl_2-Cl$	CCl_4
هالوثان [2- برومو -2- كلورو -1،1،1- ثلاثى فلوروإيثان]	$H-C(Br)(Cl)-C(F)(F)-F$	$CHBrClCF_3$
ثنائى فينيل		$C_{12}H_{10}$
نفثالين		$C_{10}H_8$
أنثراسين		$C_{14}H_{10}$

المركب	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية
طولوين [ميثيل بنزين]	$C_6H_5-CH_3$	C_7H_8
جامكسان [سداسى كلوروهكسان حلقى]	$C_6H_6Cl_6$ (Cl على كل ذرة كربون)	$C_6H_6Cl_6$
ثلاثى نيترو طولوين [TNT]	$CH_3-C_6H_2(NO_2)_3$	$C_7H_5O_6N_3$
حمض بنزين سلفونيك	$C_6H_5-SO_3H$	$C_6H_6O_3S$
إيثانال [أسيتالدهيد]	$H-CH_2-C(=O)-H$	C_2H_4O
2- بروبانول [كحول أيزوبروبيل]	$H-CH_2-CH(OH)-CH_2-H$	C_3H_8O
بروبانون [أسيتون]	$H-CH_2-C(=O)-CH_2-H$	C_3H_6O
إثير ثنائى الإيثيل	$H-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-H$	$C_4H_{10}O$
إيثيلين جليكول [1،2- ثنائى هيدروكسى إيثان]	$HO-CH_2-CH_2-OH$	$C_2H_6O_2$

الحمض	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية
حمض البكريك [ثلاثي نيتروفينول]	OH O_2N — ⌬ — NO_2 NO_2	$C_6H_3O_7N_3$
حمض البنزويك [حمض كربوكسي بنزين] [حمض فينيل كربوكسيلك]	COOH ⌬	$C_7H_6O_2$
حمض الفورميك	O ‖ H − C − OH	CH_2O_2
حمض الأكساليك	COOH | COOH	$C_2H_2O_4$
حمض الفثاليك	⌬ COOH COOH	$C_8H_6O_4$
حمض التيرفثاليك	O O ‖ ‖ HO − C − ⌬ − C − OH	$C_8H_6O_4$
حمض السلسليك	⌬ COOH OH	$C_7H_6O_3$
حمض السيتريك	H | H − C − COOH | HO − C − COOH | H − C − COOH | H	$C_6H_8O_7$
حمض اللاكتيك	H OH | | H − C − C − COOH | | H H	$C_3H_6O_3$
الجلايسين [أمينو حمض الأسيتيك]	H O | ‖ H₂N − C − C − OH | H	$C_2H_5O_2N$

الاسم	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية
فورمات الميثيل [ميثانوات الميثيل]	$H-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-O-CH_3$	$C_2H_4O_2$
أسيتات الإيثيل [إيثانوات الإيثيل]	$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-O-CH_2-CH_3$	$C_4H_8O_2$
بنزوات الإيثيل	$C_6H_5-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-O-CH_2-CH_3$	$C_9H_{10}O_2$
أسيتاميد	$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-NH_2$	C_2H_5ON
بنزاميد	$C_6H_5-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-NH_2$	C_7H_7ON
إستر ثلاثي الجليسريد	CH_2OOCR_1 / $CHOOCR_2$ / CH_2OOCR_3	
الوحدة الأساسية المكونة لبوليمر (الداكرون)	$HO-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-O-CH_2-CH_2-OH$	$C_{10}H_{10}O_5$
زيت المروخ [سلسيلات الميثيل]	$HO-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-O-CH_3$	$C_8H_8O_3$
الأسبرين [أستيل حمض السلسليك]	$HO-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-C_6H_4-O-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-CH_3$	$C_9H_8O_4$

٣ معادلات كيميائية

- تحضير **اليوريا (البولينا)** أول مركب عضوى يتم تحضيره معمليًا من تسخين المحلول المائى الناتج من تفاعل كلوريد الأمونيوم وسيانات الفضة (مركبين غير عضويين).

① $NH_4Cl_{(aq)} + AgCNO_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)} + NH_4CNO_{(aq)}$

(كلوريد الأمونيوم — سيانات الفضة — سيانات الأمونيوم)

② $NH_4CNO_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} H_2NCONH_{2(s)}$

(سيانات الأمونيوم — اليوريا)

- يتحول **كربون** المركبات العضوية إلى غاز CO_2 عند التسخين مع أكسيد النحاس (II).

③ $C + 2CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Cu_{(s)} + CO_{2(g)}$

- يتحول **هيدروجين** المركبات العضوية إلى **بخار ماء** عند التسخين مع أكسيد النحاس (II).

④ $2H + CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(v)}$

تحضير غاز الميثان فى المعمل

- يُحضر غاز الميثان فى المعمل من **التقطير الجاف** لملح أسيتات الصوديوم اللامائية مع **الجير الصودى** (خليط من الصودا الكاوية NaOH والجير الحى CaO).

⑤ $CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$

(أسيتات الصوديوم — الميثان)

الخواص الكيميائية لغاز الميثان

- تحترق الألكانات (كالميثان) من خلال تفاعل **طارد للحرارة** مكونة غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء.

⑥ $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Energy$ «تفاعل احتراق»

- تتفاعل الألكانات (كالميثان) مع الهالوجينات (كالكلور) بالتسخين إلى $400°C$ أو فى وجود الأشعة فوق البنفسجية (UV) فى سلسلة من تفاعلات **الاستبدال** ويتوقف الناتج على نسبة كل من الألكان والهالوجين فى خليط التفاعل.

⑦ $CH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CH_3Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$

(كلوروميثان (كلوريد ميثيل))

⑧ $CH_3Cl_{(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CH_2Cl_{2(g)} + HCl_{(g)}$

(ثنائي كلوروميثان (كلوريد ميثيلين))

⑨ $CH_2Cl_{2(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CHCl_{3(g)} + HCl_{(g)}$

(ثلاثي كلوروميثان (كلوروفورم))

⑩ $CHCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CCl_{4(l)} + HCl_{(g)}$

رباعى كلوروميثان (رابع كلوريد الكربون)

- التكسير الحرارى الحفزى لمنتجات البترول الثقيلة تحت ضغط مرتفع فى وجود عوامل حفازة يُنتج ألكانات و ألكينات ذات سلسلة قصيرة.

⑪ $C_8H_{18(l)} \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_4H_{10(g)} + C_4H_{8(g)}$

أوكتان — بيوتان (ألكان) — بيوتين (ألكين)

- يتكون الكربون المجزأ (أسود الكربون) عند تسخين الميثان (بمعزل عن الهواء) لدرجة $1000°C$

⑫ $CH_{4(g)} \xrightarrow[No\ air]{1000°C} 2H_{2(g)} + C_{(s)}$

- يتكون الغاز المائى وهو خليط من غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون من تسخين غاز الميثان مع بخار الماء فى وجود عامل حفاز.

⑬ $CH_{4(g)} + H_2O_{(v)} \xrightarrow[cat]{725°C} CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$

ميثان — الغاز المائى

تحضير غاز الإيثين فى المعمل

- يُحضر غاز الإيثين (الإيثيلين) فى المعمل بنزع الماء من الكحول الإيثيلى بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى $180°C$ ويتم التفاعل على خطوتين :

⑭ $C_2H_5OH_{(l)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[80°C]{conc} C_2H_5.HSO_{4(aq)} + H_2O_{(v)}$

كحول إيثيلى — كبريتات الإيثيل الهيدروجينية

⑮ $C_2H_5.HSO_{4(aq)} \xrightarrow{180°C} C_2H_{4(g)} + H_2SO_{4(aq)}$

كبريتات الإيثيل الهيدروجينية — إيثين

الخواص الكيميائية للألكينات

- الألكينات أكثر نشاطًا من الألكانات، لاحتوائها على رابطة أو أكثر من النوع π الضعيفة سهلة الكسر.
- تحترق الألكينات (كالإيثيلين) من خلال تفاعل طارد للحرارة مكونة غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء.

⑯ $C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Energy$

- تتفاعل الألكينات (كالإيثين) مع الهيدروجين بالإضافة وذلك بالتسخين فى وجود عوامل حفازة مكونة الألكانات المقابلة (الإيثان).

«تفاعل هدرجة»

⑰ $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow[150° : 300°C]{Pt\ or\ Ni} C_2H_{6(g)}$

إيثين — إيثان

- تتفاعل الألكينات (كالإيثين) مع الهالوجينات - كالبروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون - بالإضافة.

«تفاعل هلجنة»

⑱ $H_2C=CH_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2-CH_2Br_{(l)}$

إيثين — 1،2- ثنائى بروموإيثان (عديم اللون)

- تتفاعل الألكينات مع هاليدات الهيدروجين (HX) بالإضافة.
- ألكين متماثل (كالإيثين) مع هاليد الهيدروجين.

⑲ $H_2C=CH_{2(g)} + HBr_{(g)} \longrightarrow CH_3-CH_2-Br_{(g)}$

إيثين (ألكين متماثل) — بروموإيثان (بروميد إيثيل)

- ألكين غير متماثل (كالبروبين) مع هاليد الهيدروجين (قاعدة ماركونيكوف).

⑳ $CH_3-CH=CH_{2(g)} + HBr_{(g)} \longrightarrow CH_3-CHBr-CH_{3(l)}$

بروبين (ألكين غير متماثل) — 2- بروموبروبان (بروميد أيزوبروبيل)

- تتفاعل الألكينات مع الماء فى وجود وسط حمضى، لتوفير أيونات الهيدروجين اللازمة لكسر الرابطة المزدوجة، حيث أن الماء إلكتروليت ضعيف.
- ويتم التفاعل بالإضافة على خطوتين :
- يتفاعل الإيثين مع حمض الكبريتيك المركز عند $80°C$ مكونًا كبريتات الإيثيل الهيدروجينية.

㉑ $C_2H_{4(g)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{80°C} C_2H_5.HSO_{4(aq)}$

إيثين — كبريتات الإيثيل الهيدروجينية

- تتحلل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية مائيًا عند $110°C$ مكونة الإيثانول.

㉒ $C_2H_5.HSO_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{110°C} C_2H_5OH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)}$

إيثانول

بجمع المعادلتين ㉑ ، ㉒

«تفاعل هيدرة حفزية»

㉓ $C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110°C]{H_2SO_4} C_2H_5OH_{(aq)}$

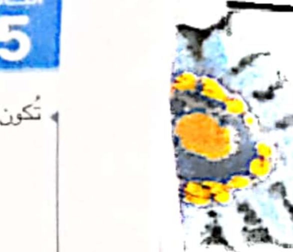
إيثانول

- عند إمرار غاز الإيثين فى محلول برمنجنات البوتاسيوم - فى وسط قلوى - فى درجة حرارة الغرفة يزول لون البرمنجنات البنفسجى، وهو اختبار هام للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة.

«تفاعل باير»

㉔ $H_2C=CH_2 + H_2O + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوى}]{KMnO_4} CH_2OH-CH_2OH$

إيثين — إيثيلين جليكول



- تُكون الألكينات بوليمرات بالإضافة.

$$\text{(25)}\quad nCH_2=CH_2 \xrightarrow[cat]{\Delta/P} \overset{H}{\underset{H}{\cdot C}}-\overset{H}{\underset{H}{C\cdot}} + \overset{H}{\underset{H}{\cdot C}}-\overset{H}{\underset{H}{C\cdot}} \xrightarrow[\text{ذرات الكربون بروابط تساهمية}]{\text{يرتبط عدد كبير من}} \left[CH_2-CH_2 \right]_n$$

إيثين — البولى إيثيلين

تحضير غاز الإيثاين (الأسيتيلين)

- يُحضر غاز الإيثاين فى المعمل بتنقيط الماء على كربيد الكالسيوم.

$$\text{(26)}\quad C\equiv C_{(s)} \,(Ca) + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow H-C\equiv C-H_{(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

كربيد الكالسيوم — إيثاين

- يُحضر غاز الإيثاين فى الصناعة بتسخين الغاز الطبيعى المحتوى على نسبة عالية (93%) من غاز الميثان لدرجة حرارة مرتفعة تصل إلى 1500°C ثم التبريد السريع للناتج.

$$\text{(27)}\quad 2CH_{4(g)} \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500^\circ C} C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

ميثان — إيثاين

الخواص العامة لغاز الإيثاين

- مركبات الألكاينات نشطة جدًا، لأن الرابطة الثلاثية الموجودة بها تتكون من رابطة واحدة من النوع سيجما ورابطتين من النوع باى الضعيفة سهلة الكسر.
- يحترق غاز الإيثاين بلهب مدخن فى الهواء الجوى، لأن كمية الأكسجين الموجودة فى الهواء محدودة لا تكفى لاحتراق الكربون تمامًا.

$$\text{(28)}\quad 2C_2H_{2(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow[\text{كمية محدودة}]{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + 2C_{(s)}$$

- يحترق غاز الإيثاين تمامًا فى وفرة من غاز الأكسجين النقى.

$$\text{(29)}\quad 2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow[\text{كمية وفيرة}]{\Delta} 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Heat$$

ويُستفاد من هذا التفاعل فى تكوين لهب الأكسى أسيتيلين الذى يستخدم فى قطع ولحام المعادن حيث تصل درجة حرارته إلى 3000°C

- يتفاعل غاز الإيثاين مع الهيدروجين بالإضافة على خطوتين، لاحتواء الجزىء الواحد على رابطتين من النوع باى.

$$\text{(30)}\quad H-C\equiv C-H_{(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow{Ni} H_2C=CH_{2(g)} \xrightarrow[Ni]{+H_2} C_2H_{6(g)}$$

إيثاين — إيثين — إيثان

- يتفاعل غاز الإيثاين مع الهالوجينات بالإضافة، لذا يزول لون محلول البروم الأحمر المذاب فى رابع كلوريد الكربون عند إمرار غاز الإيثاين فيه.

$$\text{(31)}\quad C_2H_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH=CHBr_{(l)} \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} Br-\overset{Br}{CH}-\overset{Br}{CH}-Br_{(l)}$$

إيثاين — 1،2- ثنائى بروموإيثين — 1،1،2،2- رباعى بروموإيثان

- لا يصلح البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون فى التمييز بين الإيثين و الإيثاين، لأنه يتفاعل مع كل منهما بالإضافة مما يؤدى إلى زوال لون البروم الأحمر فى الحالتين.
- يتفاعل غاز الإيثاين مع الأحماض الهالوجينية بالإضافة.

$$\text{(32)}\quad C_2H_{2(g)} + HBr_{(g)} \longrightarrow H_2C=CHBr_{(g)} \xrightarrow{HBr} CH_3-CHBr_{2(l)}$$

إيثاين — بروموإيثين (بروميد الفاينيل) — 1،1- ثنائى بروموإيثان

- يتفاعل الإيثاين مع الماء بالإضافة فى وجود عوامل حفز عند 60°C مكونًا الأسيتالدهيد (الإيثانال).

$$\text{(33)}\quad H-C\equiv C-H_{(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60^\circ C]{H_2SO_4(40\%)} \left[H-\overset{O-H}{C}=\underset{H}{C}-H \right] \xrightarrow[\text{ترتيب}]{\text{إعادة}} CH_3-CHO_{(l)} \;\text{«هيدرة حفزية»}$$

إيثاين — كحول الفاينيل (مركب غير ثابت) — إيثانال (أسيتالدهيد)

- يتأكسد الإيثانال (الأسيتالدهيد) مكونًا حمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك).

$$\text{(34)}\quad CH_3-CHO_{(l)} \xrightarrow[\text{acidified } KMnO_4]{[O]} CH_3COOH_{(l)}$$

أسيتالدهيد — حمض إيثانويك

- يُختزل الإيثانال (الأسيتالدهيد) مكونًا الإيثانول (الكحول الإيثيلى).

$$\text{(35)}\quad CH_3CHO_{(l)} \xrightarrow[\text{reduction}]{H_2} CH_3CH_2OH_{(l)}$$

إيثانال — إيثانول

تحضير البنزين فى الصناعة

- يُحضر البنزين من الهكسان العادى بطريقة إعادة التشكيل المحفز.

$$\text{(36)}\quad CH_3-(CH_2)_4-CH_{3(l)} \xrightarrow[Pt]{\Delta} C_6H_{6(v)} + 4H_{2(g)}$$

هكسان عادى — بنزين

- يتفاعل البنزين مع حمض النيتريك المركز فى وجود حمض الكبريتيك المركز مكونًا النيتروبنزين.

43 $$C_6H_{6(l)} + HNO_{3(l)} \xrightarrow[50^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_6H_5NO_{2(l)} + H_2O_{(l)}$$ «تفاعل نيترة»

بنزين

نيتروبنزين

- يتفاعل البنزين مع هاليدات الألكيل – فى وجود مادة حفازة – مكونًا ألكيل بنزين.

44 $$C_6H_{6(l)} + CH_3Cl_{(g)} \xrightarrow{anhydrous\ AlCl_3} C_6H_5CH_{3(l)} + HCl_{(g)}$$ «تفاعل فريدل/كرافت»

بنزين → طولوين

- مجموعة **الميثيل** موجهة للموضعين **أرثو و بارا**.

45 $$2C_6H_5CH_{3(l)} + 2Cl_{2(g)} \xrightarrow{Fe} o\text{-}ClC_6H_4CH_{3(l)} + p\text{-}ClC_6H_4CH_{3(l)} + 2HCl_{(g)}$$

طولوين → خليط من أرثو و بارا كلوروطولوين

- مجموعة **النيترو** موجهة للموضع **ميتا**.

46 $$C_6H_5NO_{2(l)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{Fe} m\text{-}ClC_6H_4NO_{2(l)} + HCl_{(g)}$$

نيتروبنزين → ميتا–كلورونيتروبنزين

- تتكون مادة ثلاثى نيتروطولوين (TNT) من نيترة الطولوين.

47 $$C_6H_5CH_{3(l)} + 3HNO_{3(l)} \xrightarrow[\Delta]{conc\ H_2SO_4} CH_3C_6H_2(NO_2)_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$$

ميثيل بنزين (طولوين) → ثلاثى نيتروطولوين (TNT)

- يتفاعل البنزين مع حمض الكبريتيك المركز مكونًا حمض بنزين السلفونيك.

48 $$C_6H_{6(l)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc} C_6H_5SO_3H_{(l)} + H_2O_{(l)}$$ «تفاعل سلفنة»

بنزين → حمض بنزين السلفونيك

- تقوم صناعة المنظفات الصناعية على معالجة مركبات حمض السلفونيك الأروماتية بالصودا الكاوية.

(49) $R-C_6H_4-SO_3H_{(l)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow R-C_6H_4-SO_3^-Na^+_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

ألكيل حمض بنزين السلفونيك — الملح الصوديومى لألكيل حمض بنزين السلفونيك (المنظف الصناعى)

تحضير الكحول الإيثيلى (الإيثانول) فى الصناعة

- يُحضر الإيثانول بإضافة الخميرة (إنزيم الزيميز) إلى المولاس (السكروز) ويتم التفاعل على خطوتين، هما :

(50) $C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[H^+]{hydrolysis} C_6H_{12}O_{6(aq)} + C_6H_{12}O_{6(aq)}$

سكروز — جلوكوز — فركتوز

(51) $C_6H_{12}O_{6(aq)} \xrightarrow[zymase\ enzyme]{yeast} 2C_2H_5OH_{(l)} + 2CO_{2(g)}$ «تخمر كحولى»

جلوكوز — إيثانول

- يُحضر الإيثانول بالهيدرة الحفزية للإيثين الناتج من تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة فى وجود حمض الكبريتيك المخفف أو حمض الفوسفوريك كعوامل حفازة وهى **الطريقة الشائعة** لتحضير الإيثانول، لذا يعتبر الإيثانول من البتروكيماويات.

(52) منتجات بترولية $\xrightarrow{cracking} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110°C]{dil\ H_2SO_4} C_2H_5OH_{(v)}$

- **الهيدرة الحفزية للألكينات** (باستثناء الإيثين) تعطى كحولات ثانوية أو ثالثية.

(53) $CH_3-CH=CH_{2(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110°C]{H_2SO_4} CH_3-CH(OH)-CH_{3(l)}$

بروبين — 2- بروبانول (كحول ثانوى)

(54) $CH_3-C(CH_3)=CH-CH_{3(l)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110°C]{H_2SO_4} CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_2-CH_{3(l)}$

2- ميثيل -2- بيوتين — 2- ميثيل -2- بيوتانول (كحول ثالثى)

الطريقة العامة لتحضير الكحولات

- تُحضر الكحولات بتسخين هاليدات الألكيل مع المحاليل المائية للقلويات القوية.

(55) $C_2H_5Br_{(l)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_2H_5OH_{(aq)} + KBr_{(aq)}$

برومو إيثان (بروميد الإيثيل) — إيثانول (كحول أولى)

(56) $CH_3-CH(Br)-CH_{3(l)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-CH(OH)-CH_{3(aq)} + KBr_{(aq)}$

2- برومو بروبان — 2- بروبانول (كحول ثانوى)

(57) $CH_3-C(CH_3)(Cl)-CH_{3(l)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_{3(aq)} + KCl_{(aq)}$

2- كلورو 2- ميثيل بروبان — 2- ميثيل 2- بروبانول (كحول ثالثى)

الخواص الكيميائية للكحولات

- تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل (حامضية الكحولات) :

- يتفاعل الإيثانول مع الفلزات القوية وينطلق غاز الهيدروجين الذى يشتعل بفرقعة.

(58) $2C_2H_5OH_{(l)} + 2Na_{(s)} \longrightarrow 2C_2H_5ONa_{(s)} + H_{2(g)}$

إيثانول — إيثوكسيد الصوديوم

- يتحلل إيثوكسيد الصوديوم مائيًا مكونًا الإيثانول وهيدروكسيد الصوديوم.

(59) $C_2H_5ONa_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(aq)} + NaOH_{(aq)}$

إيثوكسيد الصوديوم — إيثانول

- يتفاعل الإيثانول مع حمض الإيثانويك مكونًا إستر أسيتات الإيثيل وماء.

(60) $CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)}$

حمض الإيثانويك — إيثانول — إستر أسيتات الإيثيل

يتم التفاعل فى وجود حمض الكبريتيك المركز لنزع الماء (منع التفاعل العكسى) حتى يستمر تكوين الإستر.

- تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل :

يتفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز فى وجود كلوريد الخارصين كعامل حفاز، مكونًا كلوريد الإيثيل.

(61) $C_2H_5OH_{(l)} + HCl_{(l)} \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

إيثانول — كلوريد الإيثيل

◂ **تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول :**

• تتأكسد الكحولات الأولية على خطوتين نظرًا لاتصال مجموعة الكاربينول فيها بذرتى هيدروجين.

كحول أولى $\xrightarrow{\text{أكسدة}}$ ألدهيد $\xrightarrow{\text{أكسدة}}$ حمض عضوى

62) $CH_3CH_2OH_{(l)} \xrightarrow[-H_2O]{[O]} \left[CH_3-CH(OH)-OH \right] \xrightarrow{-H_2O} CH_3CHO_{(l)} \xrightarrow{[O]} CH_3COOH_{(l)}$

كحول إيثيلى — (مركب غير ثابت) — أسيتالدهيد — حمض الأسيتيك (حمض إيثانويك)

• تتأكسد الكحولات الثانوية فى خطوة واحدة نظرًا لاتصال مجموعة الكاربينول فيها بذرة هيدروجين واحدة.

كحول ثانوى $\xrightarrow{\text{أكسدة}}$ كيتون

63) $CH_3-CH(OH)-CH_{3(l)} \xrightarrow{[O]} \left[CH_3-C(OH)_2-CH_3 \right] \xrightarrow{-H_2O} CH_3-CO-CH_{3(l)}$

كحول أيزوبروبيلى (2- بروبانول) — (مركب غير ثابت) — أسيتون (بروبانون)

◂ **تفاعلات خاصة بجزىء الكحول كله :**

يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز ويتوقف ناتج التفاعل على عدد جزيئات الكحول المتفاعلة ودرجة حرارة التفاعل، **فعند :**

• **140°C** ينتزع جزىء ماء من كل جزيئين من الكحول، ليتكون جزىء من إثير ثنائى الإيثيل.

64) $2C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[140^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_2H_5OC_2H_{5(g)} + H_2O_{(v)}$

إيثانول — إثير ثنائى الإيثيل

• **180°C** ينتزع جزىء ماء من كل جزىء كحول، ليتكون جزىء من الإيثين.

65) $C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[180^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$

إيثانول — إيثين

◂ يتكون مركب ثلاثى نيتروجليسرول (نيتروجليسرين) من نيترة الجليسرول.

66) $\begin{matrix} CH_2-OH \\ CH-OH \\ CH_2-OH_{(l)} \end{matrix} + 3HNO_{3(l)} \xrightarrow[\Delta]{conc\ H_2SO_4} \begin{matrix} CH_2-ONO_2 \\ CH-ONO_2 \\ CH_2-ONO_{2(l)} \end{matrix} + 3H_2O_{(v)}$

جليسرول — ثلاثى نيتروجليسرول (نيتروجليسرين)

◂ **تحضير الفينول (حمض الكربوليك)**

◂ يحضر الفينول بإحدى الطريقتين الآتيتين :

• التقطير التجزيئى لقطران الفحم.

• التحلل المائى لهاليدات البنزين فى وسط قلوى.

67) $C_6H_5Cl_{(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow[300\,atm]{300^\circ C} C_6H_5OH_{(v)} + NaCl_{(aq)}$

كلوروبنزين — فينول

◂ **الخواص الكيميائية للفينول**

◂ الفينول (حمض الكربوليك) أكثر حامضية من الإيثانول،

لأن حلقة البنزين فى الفينول تزيد من طول الرابطة (O – H) وتضعفها، وبالتالى يسهل انفصال أيون الهيدروجين.

◂ يتفاعل الفينول مع الصوديوم مكونًا فينات الصوديوم (فينوكسيد الصوديوم) وغاز الهيدروجين.

68) $2C_6H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_6H_5ONa + H_2$

فينول — فينات الصوديوم (فينوكسيد الصوديوم)

◂ يتفاعل الفينول مع هيدروكسيد الصوديوم مكونًا فينات الصوديوم وماء.

69) $C_6H_5OH + NaOH \longrightarrow C_6H_5ONa + H_2O$

فينات الصوديوم

◂ يتفاعل الإيثانول مع الأحماض الهالوجينية (حمض الهيدروكلوريك)، بينما لا يتفاعل الفينول معه،

لسهولة نزع مجموعة الهيدروكسيل من الكحولات وصعوبة نزعها من الفينولات وذلك لأن اتصال مجموعة الهيدروكسيل بحلقة البنزين فى الفينول يؤدى إلى قصر الرابطة (C–O) بين ذرة كربون الحلقة وذرة أكسجين مجموعة الهيدروكسيل، مما يزيد من قوتها وبالتالى يصعب نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينولات.

70) $C_2H_5OH_{(l)} + HCl_{(l)} \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

إيثانول — كلوريد الإيثيل

◂ يتفاعل الفينول مع حمض النيتريك المركز فى وجود حمض الكبريتيك المركز مكونًا حمض البكريك.

71) $C_6H_5OH_{(l)} + 3HNO_{3(l)} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} C_6H_2(NO_2)_3OH_{(s)} + 3H_2O_{(l)}$

فينول — ثلاثى نيتروفينول «حمض البكريك»

- يتكون البوليمر المشترك عادةً من ارتباط نوعين مختلفين من المونومرات مع فقد جزىء بسيط كالماء.

(72) $n\,a-\boxed{\ }-a + n\,b-\bigcirc-b \longrightarrow \left[\boxed{\ }-\bigcirc\right]_n + n\,ab$

بوليمر مشترك

تحضير حمض الأسيتيك (الإيثانويك) فى الصناعة

- يُحضر حمض الأسيتيك (الخل) فى مصر بأكسدة محلول مخفف من الكحول الإيثيلى بواسطة أكسجين الهواء الجوى فى وجود بكتيريا الخل وتعرف هذه الطريقة **بالطريقة الحيوية.**
- يُحضر حمض الأسيتيك بالهيدرة الحفزية للأسيتيلين، ثم أكسدة الأسيتالدهيد الناتج.

(73) $H-C\equiv C-H_{(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60°C]{H_2SO_4(40\%)} CH_3-CHO_{(l)} \xrightarrow{[O]} CH_3COOH_{(l)}$

أسيتيلين — أسيتالدهيد — حمض الأسيتيك

الخواص الكيميائية للأحماض العضوية الأليفاتية

- خواص تعزى إلى ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل (الخاصية الحامضية) :
  - يتفاعل حمض الأسيتيك مع الفلزات النشطة مكونًا ملح الحمض و غاز الهيدروجين.

(74) $2CH_3COOH_{(aq)} + Mg_{(s)} \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg_{(aq)} + H_{2(g)}$

حمض الأسيتيك — أسيتات الماغنسيوم

  - يتفاعل حمض الأسيتيك مع القلويات مكونًا ملح و ماء.

(75) $CH_3COOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow CH_3COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ «تفاعل تعادل»

حمض الأسيتيك — أسيتات الصوديوم

  - يتفاعل حمض الأسيتيك مع أملاح البيكربونات مكونًا ملح الحمض وماء وثانى أكسيد الكربون.

(76) $CH_3COOH_{(aq)} + NaHCO_{3(s)} \longrightarrow CH_3COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

أسيتات الصوديوم

- خواص تعزى إلى مجموعة الهيدروكسيل :

تتفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات مكونة إستر و ماء.

(77) $CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)}$ «تفاعل أسترة»

حمض الأسيتيك — إستر أسيتات الإيثيل

- خواص تعزى إلى مجموعة الكربوكسيل :

تُختزل الأحماض العضوية بواسطة الهيدروجين فى وجود عامل حفاز مناسب، مكونة كحولات **أولية.**

(78) $CH_3COOH_{(aq)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow[200°C]{CuCrO_4} C_2H_5OH_{(v)} + H_2O_{(v)}$

حمض الأسيتيك — كحول إيثيلى

ملخص المحتوى

- يتكون الجلايسين من إحلال مجموعة أمينو محل ذرة هيدروجين مجموعة الميثيل الموجودة فى جزىء حمض الأسيتيك.

(79) $-NH_2 + HCH_2COOH \longrightarrow NH_2CH_2COOH$

مجموعة أمينو — حمض الأسيتيك — الجلايسين «حمض أمينو أسيتيك»

تحضير حمض البنزويك فى الصناعة

- يُحضر حمض البنزويك بأكسدة الطولوين فى وجود خامس أكسيد الفاناديوم كعامل حفاز.

(80) $2\,C_6H_5CH_{3(l)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow[400°C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH_{(aq)} + 2H_2O_{(v)}$

الطولوين — حمض البنزويك

الخواص الكيميائية للأحماض العضوية الأروماتية

- يتفاعل حمض البنزويك مع القلويات القوية مكونًا ملح الحمض و ماء.

(81) $C_6H_5COOH_{(l)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow C_6H_5COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

حمض البنزويك — بنزوات الصوديوم

- يتفاعل حمض البنزويك مع الكحولات مكونًا إستر و ماء.

(82) $C_6H_5COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[HCl]{dry} C_6H_5COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)}$

حمض البنزويك — إستر بنزوات الإيثيل

- لا يستخدم حمض الكبريتيك المركز كمادة نازعة للماء فى تفاعل حمض البنزويك مع الكحول الإيثيلى،

لأن المادة النازعة للماء، لا ينبغى أن تتفاعل مع المتفاعلات فى حين أن حمض الكبريتيك المركز يتفاعل مع حلقة بنزين حمض البنزويك بالاستبدال (تفاعل سلفنة).

تحضير إستر أسيتات الإيثيل فى الصناعة

- يُحضر إستر أسيتات الإيثيل بتفاعل حمض الأسيتيك مع الكحول الإيثيلى فى وجود مادة نازعة للماء (كحمض الكبريتيك المركز أو غاز كلوريد الهيدروجين الجاف)، لمنع التفاعل العكسى.

(83) $CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)}$

حمض الأسيتيك — إستر أسيتات الإيثيل

الخواص الكيميائية للإسترات

التحلل المائى للإسترات فى :

- **وسط حمضى :**

تتحلل الإسترات مائيًا فى وجود وسط حمضى (H^+) مكونة حمض عضوى و كحول.

(84) $CH_3COOC_2H_{5(l)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H^+} CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(l)}$

- **وسط قاعدى :**

تتحلل الإسترات مائيًا بالتسخين فى وجود وسط قلوى مكونة ملح الحمض العضوى و كحول.

(85) $CH_3COOC_2H_{5(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3COONa_{(aq)} + C_2H_5OH_{(l)}$

إستر أسيتات الإيثيل — أسيتات الصوديوم

(86) $C_6H_5COOC_2H_{5(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_6H_5COONa_{(aq)} + C_2H_5OH_{(l)}$

إستر بنزوات الإيثيل — بنزوات الصوديوم

التحلل النشادرى للإسترات :

تتحلل الإسترات فى وجود النشادر (الأمونيا) مكونة أميد الحمض الكربوكسيلى و الكحول.

(87) $CH_3COOC_2H_{5(l)} + NH_{3(g)} \longrightarrow CH_3CONH_{2(l)} + C_2H_5OH_{(l)}$

إستر أسيتات الإيثيل — أسيتاميد

(88) $C_6H_5COOC_2H_{5(l)} + NH_{3(g)} \longrightarrow C_6H_5CONH_{2(l)} + C_2H_5OH_{(l)}$

إستر بنزوات الإيثيل — بنزاميد

- الزيوت أو الدهون عبارة عن إسترات ناتجة من تفاعل الجليسرول مع الأحماض الدهنية.

(89) $CH_2OH-CH(OH)-CH_2OH + R_1COOH + R_2COOH + R_3COOH \longrightarrow CH_2(OCOR_1)-CH(OCOR_2)-CH_2(OCOR_3) + 3H_2O$

جليسرول — أحماض دهنية — إستر ثلاثى الجليسريد

- يُصنع بوليمر الداكرون بأسترة حمض التيرفثاليك مع الإيثيلين جليكول، ثم إجراء بلمرة للوحدة المتكونة.

(90) $HO-CO-C_6H_4-CO-OH_{(s)} + HO-CH_2-CH_2-OH_{(l)} \xrightarrow{-H_2O}$ $HO-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-OH$

حمض تيرفثاليك — إيثيلين جليكول

- يُحضر زيت المروخ بأسترة حمض السلسليك مع الميثانول.

(91) $C_6H_4(OH)_{(s)}-CO-[OH + H]-O-CH_{3(l)} \longrightarrow C_6H_4(OH)_{(l)}-CO-O-CH_3 + H_2O_{(l)}$

حمض السلسليك — ميثانول — زيت المروخ (سلسيلات الميثيل)

- يُحضر الأسبرين بأسترة حمض السلسليك مع حمض الأسيتيك.

(92) $C_6H_4(COOH)-O[H_{(s)} + HO]-CO-CH_{3(l)} \longrightarrow C_6H_4(COOH)-O-CO-CH_{3(s)} + H_2O_{(l)}$

حمض السلسليك — حمض الأسيتيك — الأسبرين (أسيتيل حمض السلسليك)

- يتحلل الأسبرين فى الجسم مائيًا مكونًا حمض السلسليك و حمض الأسيتيك.

(93) $C_6H_4(COOH)-O-CO-CH_{3(s)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H^+} C_6H_4(COOH)(OH)_{(aq)} + CH_3-CO-OH_{(aq)}$

الأسبرين — حمض السلسليك — حمض الأسيتيك

معادلات مرتبطة بإجابات بعض الأسئلة

(94) $CH_3Cl + NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_3OH + NaCl$

(95) $C_2H_{6(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{UV} C_2H_5Br_{(g)} + HBr_{(g)}$

(96) $CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3-CH_2-CHBr-CH_3$

(97) $CH_3-CH=CH-CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3-CH_2-CHBr-CH_3$

(98) $CH_3-C(CH_3)=C(CH_3)-CH_3 + HBr \longrightarrow$ $CH_3-CH(CH_3)-CBr(CH_3)-CH_3$

(99) $H_2C=C(CH_3)-CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3-CBr(CH_3)-CH_3$

(100) $CH_3-CH=CH_2 + H_2O + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوى}]{KMnO_4} CH_3-CH(OH)-CH_2(OH)$

(101) $H-CH_2-CH(CH_3)-CH=CH-H + H_2O + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوى}]{KMnO_4} H-CH_2-CH(CH_3)-CH(OH)-CH(OH)-H$

(102) $CH_3-CHBr-CH_3 + KOH \xrightarrow[\Delta]{\text{مائية}} CH_3-CHOH-CH_3 + KBr$

(103) $CH_3(CH_2)_2CH_2Br + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3(CH_2)_2CH_2OH + KBr$

(104) $CH_3-CH_2-CHBr-CH_3 + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-CH_2-CHOH-CH_3 + KBr$

(105) $CH_3-C(CH_3)(Br)-CH_3 + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_3 + KBr$

(106) $CH_3-CH_2-CH_2OH \xrightarrow[180^\circ C]{conc\ H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$

(107) $CH_3(CH_2)_2CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{[O]} CH_3(CH_2)_2CHO \xrightarrow{[O]} CH_3(CH_2)_2COOH$

(108) $CH_3-CH_2-CHOH-CH_3 \xrightarrow[-H_2O]{[O]} CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

(109) $2CH_3COOH + 2Na \longrightarrow 2CH_3COONa + H_2\uparrow$

(110) $2C_6H_5COOH + 2Na \longrightarrow 2C_6H_5COONa + H_2\uparrow$

(111) $2C_6H_5COOH + Mg \longrightarrow (C_6H_5COO)_2Mg + H_2\uparrow$

(112) $C_6H_5COOH + NaHCO_3 \longrightarrow C_6H_5COONa + H_2O + CO_2$

(113) $2HCOOH + Ca(OH)_2 \longrightarrow (HCOO)_2Ca + 2H_2O$

(114) $CH_3CH_2COOH + KOH \longrightarrow CH_3CH_2COOK + H_2O$

(115) $\underset{COOH}{\overset{COOH}{|}} + FeO \longrightarrow (COO)_2Fe + H_2O$

(116) $HCOOH_{(l)} + CH_3OH_{(l)} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} HCOOCH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$

(117) $C_2H_5COOH + CH_3OH \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} C_2H_5COOCH_3 + H_2O$

(118) $C_6H_5COOH + CH_3OH \xrightarrow[HCl]{dry} C_6H_5COOCH_3 + H_2O$

(119) $C_6H_4(OH)COOH + NaOH \longrightarrow C_6H_4(OH)COONa + H_2O$

(120) $C_6H_5OH + HCHO + C_6H_5OH \longrightarrow HOC_6H_4-CH_2-C_6H_4OH + H_2O$

(121) $C_6H_5ONa + HCl \longrightarrow C_6H_5OH + NaCl$

(122) $C_6H_5CH_3 + 3Cl_2 \xrightarrow[\Delta]{Fe} C_6H_2Cl_3CH_3 + 3HCl$

(123) $C_6H_5CH_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{conc} CH_3C_6H_4SO_3H + H_2O$

(124) $2C_6H_5Cl + 2HNO_3 \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} o\text{-}ClC_6H_4NO_2 + p\text{-}ClC_6H_4NO_2 + 2H_2O$

(125) $CH_3-CH=CH_{2(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} CH_3-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-CH_{3(aq)}$

(126) $C_{12}H_{26(l)} \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_{10}H_{22(l)} + C_2H_{4(g)}$

(127) $\underset{CH_2-OH_{(l)}}{\overset{CH_2-OH}{|}} + 2HNO_{3(aq)} \xrightarrow[\Delta]{conc\ H_2SO_4} \underset{CH_2-ONO_{2(l)}}{\overset{CH_2-ONO_2}{|}} + 2H_2O_{(v)}$

(128) $C_7H_{16(l)} \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_3H_{6(g)} + C_4H_{10(g)}$

(129) $C_6H_5COOCH_3 + NH_3 \longrightarrow C_6H_5CONH_2 + CH_3OH$

(130) $\underset{CH_2-OH}{\overset{CH_2-OH}{|}} + 4[O] \xrightarrow[\text{وسط حامضي}]{KMnO_4} \underset{COOH}{\overset{COOH}{|}} + 2H_2O$

(131) $C_6H_5OOCCH_3 + NH_3 \longrightarrow C_6H_5OH + CH_3CONH_2$

(132) $H-C\equiv C-H_{(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow ClCH=CHCl \xrightarrow{+Cl_2} Cl-\underset{Cl}{CH}-\underset{Cl}{CH}-Cl$

(133) $C_3H_{4(g)} + 4O_{2(g)} \xrightarrow[\text{كمية وفيرة}]{\Delta} 3CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Heat$
(أكسجين نقى)

٤ مقارنات و جداول

١ المركبات العضوية و المركبات غير العضوية

وجه المقارنة	المركبات العضوية	المركبات غير العضوية
التركيب الكيميائى	تحتوى على عنصر الكربون بشكل أساسى	تحتوى على عناصر متعددة وقد يكون منها عنصر الكربون
الذوبان	لا تذوب فى الماء غالبًا، وتذوب فى المذيبات العضوية مثل البنزين	تذوب فى الماء غالبًا
درجتى الانصهار و الغليان	منخفضة	مرتفعة
الرائحة	لها روائح مميزة غالبًا	عديمة الرائحة غالبًا
قابلية الاشتعال	تشتعل وينتج دائمًا : H_2O ، CO_2	معظمها غير قابل للاشتعال وما يشتعل منها يُنتج غازات أخرى
أنواع الروابط فى الجزىء	روابط تساهمية	قد تكون روابط أيونية أو تساهمية
التوصيل الكهربى	مواد لاإلكتروليتية غالبًا لا توصل التيار الكهربى، لعدم قدرتها على التأين	بعضها مواد إلكتروليتية توصل التيار الكهربى، لقدرتها على التأين
سرعة (معدل) التفاعلات	بطيئة لأنها تتم بين جزيئات	سريعة لأنها تتم بين أيونات غالبًا
البلمرة أو التجمع	تتميز معظمها بقدرتها على تكوين بوليمرات	لا توجد غالبًا
المشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم)	توجد فى كثير من المركبات	لا توجد غالبًا بين جزيئات مركباتها هذه الخاصية

٢ مونومرات الألكينات و مشتقاتها الناتجة بالإضافة و أهم استخداماتها

المونومر	البوليمر	الاسم التجارى	خواصه	استخداماته
$H_2C=CH_2$ إيثين (إيثيلين)	$-[CH_2-CH_2]_n-$ بولى إيثيلين	بولى إيثيلين (PE)	* لين. * لا يتأثر بالمواد الكيميائية.	* الرقائق والأكياس البلاستيك. * الزجاجات البلاستيك. * الخراطيم.
$H_2C=CH-CH_3$ بروبين (بروبيلين)	$-[CH_2-CH(CH_3)]_n-$ بولى بروبلين	بولى بروبلين (PP)	* صلب. * قوى.	* السجاد. * المفارش. * الشكائر البلاستيك. * العلبات.
$H_2C=CHCl$ كلوروإيثين (كلوريد الفاينيل)	$-[CH_2-CHCl]_n-$ بولى كلوروإيثين	بولى فاينيل كلوريد (PVC)	* لين. * قوى.	* مواسير الصرف الصحى والرى. * الأحذية. * خراطيم المياه. * عوازل الأرضيات. * جراكن الزيوت المعدنية.
$F_2C=CF_2$ رباعى فلوروإيثين	$-[CF_2-CF_2]_n-$ بولى رباعى فلوروإيثين	تفلون	* يتحمل الحرارة. * غير قابل للالتصاق. * عازل للكهرباء. * خامل.	* تبطين أوانى الطهى (التيفال). * الخيوط الجراحية.

* يختلف البوليمر عن المونومر المكون له – بطريقة الإضافة – فى عدة أوجه مثل :
  - الكتلة المولية.
  - درجة الغليان.
  - الكثافة.
  - الصيغة الجزيئية.

فى حين يتفقا فى :
  - كتل كل من المواد المستخدمة و المواد الناتجة.
  - الصيغة الأولية.

٣ أقسام المركبات العضوية و المجموعات الوظيفية المميزة لها

القسم	المجموعة الوظيفية (الفعالة)	الصيغة العامة	مثال	
الكحولات	الهيدروكسيل الكحولية $(-OH)$	$R-OH$	الكحول الإيثيلي (الإيثانول)	C_2H_5OH
الفينولات	الهيدروكسيل الفينولية $(-OH)$	$Ar-OH$	الفينول (حمض الكربوليك)	C_6H_5OH
الإيثرات	المجموعة الإيثرية $(-O-)$	$R-O-R$	إثير ثنائي الميثيل	CH_3OCH_3
الألدهيدات	الفورميل (الألدهيد) $\left(-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-H\right)$	$R-CHO$	الأسيتالدهيد (إيثانال)	CH_3CHO
الكيتونات	الكربونيل (الكيتون) $\left(-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-\right)$	$R-CO-R$	الأسيتون (بروبانون)	CH_3COCH_3
الأحماض العضوية	الكربوكسيل $\left(-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-OH\right)$	$R-COOH$	حمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك)	CH_3COOH
الإسترات	الإستر $\left(-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-O-\right)$	$R-COO-R$	إستر أسيتات الإيثيل	$CH_3COOC_2H_5$
الأمينات	الأمين (الأمينو) $(-NH_2)$	$R-NH_2$	إيثيل أمين حمض أمينو أسيتيك	$C_2H_5NH_2$ NH_2CH_2COOH
الأميدات	$\left(-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-NH_2\right)$	$R-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-NH_2$	أسيتاميد بنزاميد	CH_3CONH_2 $C_6H_5CONH_2$

٤ المجموعات الموجهة

إذا اتصلت حلقة البنزين بأحد المجموعات الموجهة التالية :

• الألكيل $(-R)$. • الهالوجين $(-X)$. • الهيدروكسيل $(-OH)$. • الأمينو $(-NH_2)$. فإن تفاعلات الإحلال تتم فى الموضعين أرثو ، بارا. المجموعة الموجهة — 2 (أرثو)، 6 (أرثو)، 3، 5، 4 (بارا)	• الكربونيل $(-CO-)$. • الألدهيد $(-CHO)$. • الكربوكسيل $(-COOH)$. • النيترو $(-NO_2)$. *لاحظ أن جميعها تحتوى على الرابطة (O=). فإن تفاعلات الإحلال تتم فى الموضع ميتا. المجموعة الموجهة — 2، 6، 3 (ميتا)، 5 (ميتا)، 4

٥ تصنيف الكحولات حسب عدد مجموعات الهيدروكسيل فى كل جزىء

كحولات أحادية الهيدروكسيل	كحولات ثنائية الهيدروكسيل	كحولات ثلاثية الهيدروكسيل	كحولات عديدة الهيدروكسيل
CH_3 $\vert$ CH_2OH	CH_2OH $\vert$ CH_2OH	CH_2OH $\vert$ $CHOH$ $\vert$ CH_2OH	CH_2OH $\vert$ $(CHOH)_4$ $\vert$ CH_2OH
الإيثانول	الإيثيلين جليكول	الجلسرول	السوربيتول
C_2H_5OH	$C_2H_4(OH)_2$	$C_3H_5(OH)_3$	$C_6H_8(OH)_6$

* **الجلايكولات** هى مركبات تحتوى على مجموعتى **هيدروكسيل** مرتبطتين بذرتى كربون متجاورتين.

٦ درجات ذرات الكربون

* تصنف ذرات الكربون فى أى مركب عضوى حسب عدد ذرات الكربون الأخرى المتصلة بها، إلى :

ذرة كربون أولية 1°	ذرة كربون ثانوية 2°	ذرة كربون ثالثية 3°	ذرة كربون رباعية 4°
$C-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}{}^{1°}-$	$C-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}{}^{2°}-C$	$C-\overset{\vert}{\underset{C}{C}}{}^{3°}-C$	$C-\overset{C}{\underset{C}{C}}{}^{4°}-C$
تتصل ذرة الكربون الأولية بذرة كربون واحدة فقط	تتصل ذرة الكربون الثانوية بذرتى كربون أخرتين	تتصل ذرة الكربون الثالثية بثلاث ذرات كربون	تتصل ذرة الكربون الرابعية بأربع ذرات كربون

٧ تصنيف الكحولات أحادية الهيدروكسيل حسب ارتباط مجموعة الكاربينول بمجموعات الألكيل وذرات الهيدروجين

* الكاربينول هى ذرة الكربـون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH$

كحولات أولية	كحولات ثانوية	كحولات ثالثية
ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرة كربون واحدة وذرتى هيدروجين (تتصل فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة كربون أولية)	ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتى كربون وذرة هيدروجين واحدة (تتصل فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة كربون ثانوية)	ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاث ذرات كربون (تتصل فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة كربون ثالثية)
$R-CH_2-OH$	R_2CH-OH	R_3C-OH
CH_3-CH_2-OH	$H_3C-CH(CH_3)-OH$	$H_3C-C(CH_3)_2-OH$
«إيثانول» كحول إيثيلى	2- بروبانول «كحول بروبيلى ثانوى» «كحول أيزوبروبيلى»	2- ميثيل -2- بروبانول «كحول بيوتيلى ثالثى»

٨ الفرق بين الكحول الثانوى و الكحول الأيزوألكيل

مجموعات الألكيل الثانوية	مجموعات الأيـزوألكيـل
مجموعـة الألكيل التى تحتوى على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة وذرتى كربون أخرتين.	مجموعـة الألكيل التى تحتوى على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة ومجموعتى ميثيل $(-CH_3)$.

تطبيق

$CH_3-CH(-)-CH_2-CH_3$ (H–C–C–C–C–H) مجموعة بيوتيل ثانوية	$H_3C-CH(CH_3)-CH_2-$ مجموعة أيزوبيوتيل

الكحولات الثانوية	الكحولات الأيـزوألكيـل
الكحـولات التى تـرتبـط ذرة كـربـون مجموعة الكاربينول فيها بذرة هيدروجين واحدة وذرتى كربون أخرتين.	الكحولات التى تحتوى على ذرة كربون مـرتبطة بـذرة هيدروجـين واحـدة ومجموعتى ميثيل $(-CH_3)$.

تطبيقات

$H_3C-CH(OH)-CH_3$

كحول بروبيلى ثانوى (كحول أيزوبروبيلى)

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$	$H_3C-CH(CH_3)-CH_2OH$
كحول بيوتيلى ثانوى 2- بيوتانول «كحول ثانوى»	كحول أيزوبيوتيلى 2- ميثيل -1- بروبانول «كحول أولى»

٩ بعض الأحماض الكربوكسيلية ومصادرها وأسمائها

الصيغة	اسم الحمض تبعًا لمصدره	الألكان المقابل	اسم الحمض تبعًا للأيوباك
$HCOOH$	حمض الفورميك (Formica) النمل (Ant)	الميثان	حمض ميثانويك
CH_3COOH	حمض الأسيتيك (Acetum) الخل (Vinegar)	الإيثان	حمض إيثانويك
C_3H_7COOH	حمض البيوتيريك (Butyrum) الزبدة (Butter)	بيوتان	حمض بيوتانويك
$C_{15}H_{31}COOH$	حمض البالمتيك (Palma) النخيل (Palm tree)	هكساديكان (16 ذرة كربون)	حمض هكساديكانويك

تصنيف الهيدروكربونات

- **أليفاتية**
  - **مفتوحة السلسلة**
    - **مشبعة**: الألكانات (برافينات) ترتبط جميع ذرات كربون السلسلة بروابط أحادية. صيغتها العامة C_nH_{2n+2}. مثل: CH_4 ميثان، C_2H_6 إيثان
    - **غير مشبعة**:
      - الألكينات (أوليفينات) يوجد بين ذرات كربون السلسلة رابطة ثنائية أو أكثر. صيغتها العامة C_nH_{2n}. مثل: C_2H_4 إيثين، C_3H_6 بروبين
      - الألكاينات (أسيتيلينات) يوجد بين ذرات كربون السلسلة رابطة ثلاثية أو أكثر. صيغتها العامة C_nH_{2n-2}. مثل: C_2H_2 إيثاين ($H-C\equiv C-H$)، C_3H_4 بروباين
  - **حلقية مشبعة**: الألكانات حلقية ترتبط جميع ذرات كربون الحلقة بروابط أحادية. صيغتها العامة C_nH_{2n}. مثل: C_5H_{10} بنتان حلقي، C_6H_{12} هكسان حلقي
- **أروماتية**
  - **حلقية غير مشبعة**. مثل: C_6H_6 بنزين عطري، $C_{10}H_8$ نفثالين

٦ تجارب علمية

١ تجربة للكشف عن عنصرى الكربون و الهيدروجين فى المركبات العضوية

الخطوات :

(١) سخن المادة العضوية مع أكسيد النحاس (II) CuO فى أنبوبة اختبار.

(٢) مرر البخار والغاز الناتجين على مسحوق كبريتات النحاس (II) اللامائية البيضاء، ثم على ماء الجير الرائق.

المشاهدة و التفاعلات :

* تحول لون كبريتات النحاس (II) اللامائية البيضاء إلى اللون الأزرق.

$$2H + CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

* تعكر ماء الجير الرائق.

$$C + 2CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Cu_{(s)} + CO_{2(g)}$$

الاستنتاج :

تحتوى المركبات العضوية على عنصرى الكربون والهيدروجين بشكل أساسى.

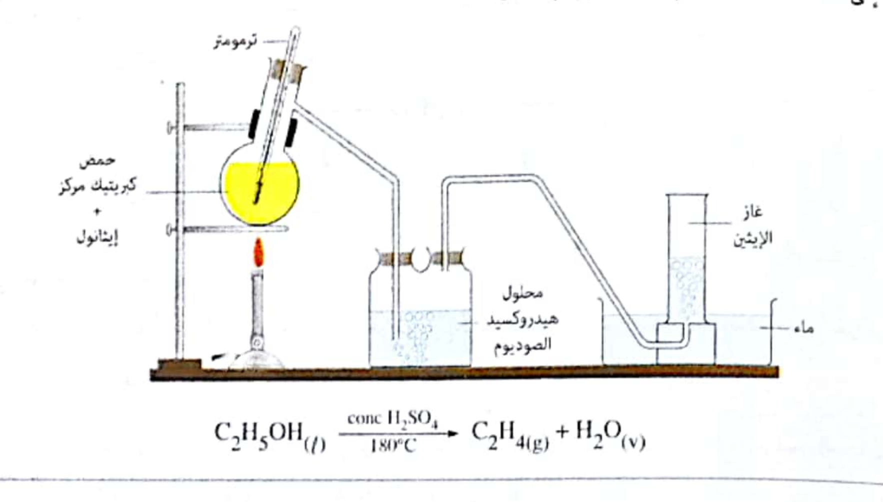
٢ تحضير غاز الميثان فى المعمل

يُحضر غاز الميثان فى المعمل بالتقطير الجاف لملح أسيتات الصوديوم اللامائية مع الجير الصودى (خليط من الصودا الكاوية NaOH والجير الحى CaO) باستخدام جهاز كالمبين بالشكل :

$$CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$$

٣ تحضير غاز الإيثين (الإيثيلين) فى المعمل

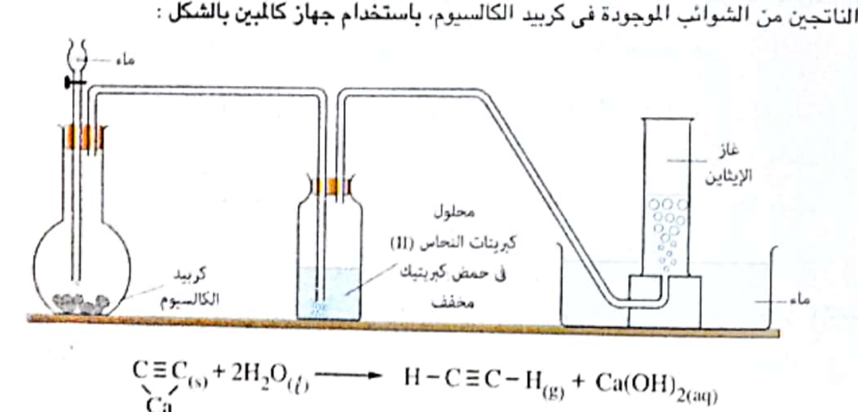
يُحضر غاز الإيثين فى المعمل بنزع الماء من الكحول الإيثيلى بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى 180°C، باستخدام جهاز كالمبين بالشكل :



$$C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[180°C]{conc.\ H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$$

٤ تحضير غاز الإيثاين (الأسيتيلين) فى المعمل

يُحضر غاز الإيثاين فى المعمل بتنقيط الماء على كربيد الكالسيوم، ويمرر الغاز الناتج قبل جمعه على محلول كبريتات النحاس (II) فى حمض الكبريتيك المخفف لإزالة غاز الفوسفين PH_3 وغاز كبريتيد الهيدروجين H_2S الناتجين من الشوائب الموجودة فى كربيد الكالسيوم، باستخدام جهاز كالمبين بالشكل :



$$CaC_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow H-C\equiv C-H_{(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

كربيد الكالسيوم — الإيثاين

يُجمع كلًا من غاز الإيثين وغاز الإيثاين فوق سطح الماء (بإزاحة الماء لأسفل)، لأن كثافة كلًا منهما أقل من كثافة الماء ولا يذوبا فيه.

٧ نبذات علمية

١ المشابهة الجزيئية (الأيزومرزم) (التشكل) :

هى ظاهرة اتفاق عدة مركبات عضوية فى صيغة جزيئية واحدة، واختلافها فى الصيغ البنائية، وبالتالى اختلافها فى الخواص الفيزيائية والكيميائية.

$$C_2H_6O$$

CH_3-CH_2-OH إيثانول (كحول)

CH_3-O-CH_3 إثير ثنائى الميثيل (إثير)

٢ السلسلة المتجانسة :

هى مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئى عام، تتشابه فى الخواص الكيميائية وتتدرج فى الخواص الفيزيائية وكل مركب منها يزيد عن المركب الذى يسبقه بمجموعة ميثيلين (CH_2).

٣ تحتوى أسطوانات وقود البوتاجاز التى توزع فى المناطق الباردة على نسبة من البروبان أكبر من البيوتان،

لأن غاز البروبان أكثر تطايرًا (درجة غليانه أقل) من غاز البيوتان.

٤ قاعدة ماركونيكوف :

تنص على أنه عند إضافة متفاعل غير متماثل (H^+X^- ، $H^+-OSO_3H^-$) إلى ألكين غير متماثل، فإن الشق الموجب من المتفاعل يُضاف إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين فى حين يضاف الشق السالب من المتفاعل إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأقل من ذرات الهيدروجين.

$$CH_3-CH=CH_{2(g)} + HBr_{(g)} \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}-CH_{3(l)}$$

البروبين «ألكين غير متماثل» — 2- بروموبروبان «بروميد أيزوبروبيل»

٥ تفاعل باير :

هو تفاعل الألكينات (غير المشبعة) مع محلول برمنجنات البوتاسيوم فى وسط قلوى، ويستخدم فى الكشف عن وجود الرابطة المزدوجة فى الألكينات وذلك بزوال لون البرمنجنات البنفسجى.

$$H_2C=CH_2 + H_2O + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوى}]{KMnO_4} \underset{\displaystyle CH_2OH}{\underset{|}{CH_2OH}}$$

إيثين — إيثيلين جليكول (2،1- ثنائى هيدروكسى إيثان)

٦ البروبان الحلقى أكثر نشاطًا من البيوتان الحلقى،

لأن مقدار الزاوية بين كل رابطتين فى البروبان الحلقى تساوى 60° بينما فى البيوتان الحلقى تساوى 90°. وكلما قل مقدار الزاوية بين روابط الكربون كلما كان التداخل بين الأوربيتالات الذرية والارتباط بين ذرات الكربون ضعيفًا فيزداد النشاط الكيميائى.

٧ السيكلوبنتان والسيكلوهكسان من المركبات المستقرة،

لأن مقدار الزوايا بين الروابط تقترب من 109.5°، وبالتالى يكون التداخل بين الأوربيتالات قويًا، مكونًا روابط سيجما القوية صعبة الكسر.

٨ شق الأريل هو الشق الناتج من نزع ذرة هيدروجين من المركب الأروماتى، ويرمز له بالرمز ($Ar-$).

طولوين ($C_6H_5CH_3$) $\xrightarrow{-H}$ شق البنزيل ($C_6H_5CH_2-$)

٩ شق الفينيل هو الشق الناتج من نزع ذرة هيدروجين من جزىء البنزين العطرى.

C_6H_6 بنزين عطرى $\xrightarrow{-H}$ C_6H_5- شق الفينيل

١٠ قاعدية الحمض :

هى عدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة فى الجزىء الواحد من الحمض العضوى.

CH_3COOH	$COOH-COOH$	C_6H_5COOH	$C_6H_4(COOH)_2$
حمض الأسيتيك «أحادى القاعدية»	حمض الأكساليك «ثنائى القاعدية»	حمض البنزويك «أحادى القاعدية»	حمض الفثاليك «ثنائى القاعدية»

١١ يسلك حمض السلسليك فى بعض التفاعلات الكيميائية

مسلك الأحماض، لاحتوائه على مجموعة الكربوكسيل، ويسلك فى تفاعلات أخرى ككحول (فينول) لاحتوائه على مجموعة الهيدروكسيل.

١٢ الأحماض الدهنية هى أحماض أليفاتية أحادية الكربوكسيل، (مشبعة فى الدهون وغير مشبعة فى الزيوت) تتفاعل مع الجليسرول مكونة إسترات.

١٣ التصبن هو عملية تحلل مائى للدهون أو الزيوت فى وسط قلوى مثل KOH ، NaOH لتكوين صابون وجليسرول.

١٤ البولى إسترات هى بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مشتركة لمونومرين، أحدهما حمض ثنائى الكربوكسيل (القاعدية) والآخر كحول ثنائى الهيدروكسيل.

٨ طرق كشف و تمييز

١ غاز الميثان (الألكانات) و غاز الإيثين (الألكينات)

التجربة	غاز الميثان	غاز الإيثين
يمرر كلًا من الغازين في محلول برمنجنات البوتاسيوم في وجود وسط قلوى «تفاعل باير»	لا يزول لون البرمنجنات البنفسجي	يزول لون البرمنجنات البنفسجي

٢ غاز الميثان (الألكانات) و غاز الإيثاين (الألكاينات)

التجربة	غاز الميثان	غاز الإيثاين (الأسيتيلين)
يُرج كلًا من الغازين في البروم المذاب في محلول رابع كلوريد الكربون	لا يزول لون محلول البروم الأحمر	يزول لون محلول البروم الأحمر

٣ كحول أولى و كحول ثالثى

التجربة	الكحول الأولى	الكحول الثالثى
يضاف محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز إلى كل من الكحولين	يزول لون البرمنجنات البنفسجي	لا يزول لون البرمنجنات البنفسجي

٤ الكشف عن تعاطى السائقين للكحولات

* ينفـخ السائـق بالون من خلال أنبوبة بـها مادة سيليكاجل مشبعة بمحلول ثـانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز، ثم يترك البالون ليخرج منه هواء زفير السائق من خلال الأنبوبة، فإذا كان السائق من متعاطى الكحولات (الخمور)، فإن لون ثانى كرومات البوتاسيوم يتغير داخل الأنبوبة من **البرتقالى** إلى **الأخضر**.

٥ الكشف عن الفينول

(١) عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول الفينول فى الماء، يتكون لون **بنفسجي**.

(٢) عند إضافة ماء البروم إلى محلول مائى من الفينول، يتكون راسب **أبيض**.

٦ الفينول و الإيثانول / حمض الكربوليك و حمض الكربونيك

التجربة	الفينول حمض الكربوليك	الإيثانول حمض الكربونيك
تضاف قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى كل منهما	يتكون لون بنفسجي	لا يتكون لون بنفسجي

٧ الكشف عن حمض الأسيتيك (كشف الحامضية)

* عند إضافة الحمض إلى ملح كربونات أو بيكربونات الصوديوم، يحدث **فوران** لتصاعد غاز CO_2 الذى **يعكر** ماء الجير الرائق.

٨ الفينول و حمض الأسيتيك

التجربة	الفينول	حمض الأسيتيك
تضاف قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى كل منهما	يتكون لون بنفسجي	لا يتكون لون بنفسجي

* يتكون لون بنفسجي عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) $FeCl_3$ إلى أيًا من الفينول أو حمض السلسليك، لاتصال حلقة البنزين فى كل منهما بمجموعة هيدروكسيل OH – فينولية.

٩ الإيثانول و حمض الأسيتيك

التجربة	الإيثانول	حمض الأسيتيك
يضاف محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك إلى كل منهما	يزول لون البرمنجنات البنفسجي	لا يزول لون البرمنجنات البنفسجي

٩ خـواص فيزيائيـة

١ الألكانــات

(١) الألكانات التى تتضمن :

- من (1 : 4) ذرة كربون، **غازات فى درجة الحرارة العادية**، **مثل** الميثان، الإيثان.
- من (5 : 17) ذرة كربون، **سوائل فى درجة الحرارة العادية**، **مثل** الجازولين، الكيروسين.
- أكثر من 17 ذرة كربون، **مواد صلبة فى درجة الحرارة العادية**، **مثل** شمع البارافين، الشحوم.

(٢) كلما ازداد عدد ذرات الكربون فى الألكان غير المتفرع وبالتالى كتلته المولية ازدادت درجة غليانه ودرجة انصهاره.

(٣) الألكانات مواد **غير قطبية لا تذوب** فى المذيبات القطبية كالماء، بينما تذوب فى المذيبات العضوية.

٢ الألكينـــات

(١) **الألكينات التى تتضمن :**

- من (2 : 4) ذرة كربون، **غازات** فى درجة الحرارة العادية.
- من (5 : 15) ذرة كربون، **سوائل** فى درجة الحرارة العادية.
- أكثر من 15 ذرة كربون، **مواد صلبة** فى درجة الحرارة العادية.

(٢) الألكينـات مـواد **غير قطبية لا** تـذوب فـى الماء، بينما تذوب فـى المذيبات العضوية كالإثيـر و البنزين العطرى و رابع كلوريد الكربون.

٣ البنزين العطرى

(١) سائل شفاف ذو رائحة عطرية مميزة.

(٢) درجة غليانه 80°C

(٣) لا يمتزج بالماء (شحيح الذوبان فى الماء) ولكنه يمتزج مع معظم المذيبات العضوية.

٤ الكحـولات

(١) الكحولات مواد متعادلة التأثير، عديمة اللون.

(٢) المركبات الأولى ســوائل خفيفة تمتزج بالماء امتزاجًا تامًا، المركبات المتوسـطة سـوائل زيتية القوام، المركبات العالية صلبة ذات قوام شمعى.

(٣) تـذوب الكحـولات فى الماء **لاحتوائهـا على** مجموعة **الهيدروكسـيل القطبية** التى تُكون **روابـط هيدروجينية** مع جزيئات الماء.

(٤) درجـة غليـان الكحولات مرتفعة **لاحتوائها على** مجموعات الهيدروكسـيل القطبية التى تعمل على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئات الكحول وبعضها.

(٥) تـزداد درجـــة غليان الكحولات وكـــذلك قابليتها للـــذوبان فى الماء **بزيـادة عدد مجموعات الهيدروكسيل** فى الجزىء وتقل بزيادة الكتلة الجزيئية الجرامية (الكتلة المولية).

فدرجـــة غليـــان **الإيثانول** 78°C وهو يحتوى على مجموعة هيدروكسـيل، بينما درجـة غليان **الإيثيلين جليكول** تصل إلى 197°C لوجود مجموعتى هيدروكسيل فى الجزىء الواحد، ودرجة غليان **الجليسرول** 290°C لوجود ثلاث مجموعات هيدروكسيل فى الجزىء الواحد.

٥ الفينـــول

(١) مادة صلبة كاوية للجلد.

(٢) ذو رائحة مميزة.

(٣) ينصهر عند 43°C

(٤) شحيح الذوبان فى الماء، ويزداد ذوبانه فى الماء برفع درجة الحرارة حتى يمتزج به تمامًا عند 65°C

٦ الأحماض العضوية

تتدرج الخواص الفيزيائية للأحماض العضوية بزيادة كتلها المولية.

(١) الأحماض الأربعة الأولى سوائل كاوية، ذات رائحة نفاذة، تامة الذوبان فى الماء.

(٢) الأحماض التالية سوائل زيتية القوام، كريهة الرائحة، شحيحة الذوبان فى الماء.

(٣) الأحماض ذات الكتل الجزيئية الكبيرة صلبة، عديمة الرائحة، غير قابلة للذوبان فى الماء.

(٤) الأحماض العضوية الأروماتية عامةً أقوى من الأحماض الأليفاتية وأقل منها تطايرًا وذوبانًا فى الماء.

(٥) درجـة غليـان الأحمـاض الكربوكسـيلية **أعلى من** درجة غليان الكحولات المسـاوية لها فى عدد ذرات الكربـون أو فـى الكتلة المولية، **لأن** كل جزيئين من الحمـض يرتبطـا معًا برابطتـين هيدروجينيتـين، بينمـا كل جزيئـين من الكحول يرتبطـا معًا برابطة هيدروجينية واحدة.

```
      O-------H-O
R-C//           \\C-R
      O-H-------O
```

٧ الإستـــرات

(١) الإسترات معظمها سوائل.

(٢) درجة غليان الإسترات **أقل بكثير من** درجة غليان الكحولات والأحماض العضوية المساوية لها فى الكتلة المولية، وذلـك لعدم احتوائهـا علـى مجموعة الهيدروكسـيل القطبية الموجودة فى كل من الكحـولات والأحماض، والتى تسبب ارتباط جزيئاتها معًا بالروابط الهيدروجينية.

(٣) تتميز بروائح زكية، لذا تستخدم كمكسبات طعم ورائحة.

إِنَّ ٱللَّهَ وَمَلَٰٓئِكَتَهُۥ يُصَلُّونَ عَلَى ٱلنَّبِيِّۚ
يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ
صَلُّواْ عَلَيۡهِ وَسَلِّمُواْ تَسۡلِيمًا

ثانيًا

الإجابات

إجابات الباب 1 الدرس الأول

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

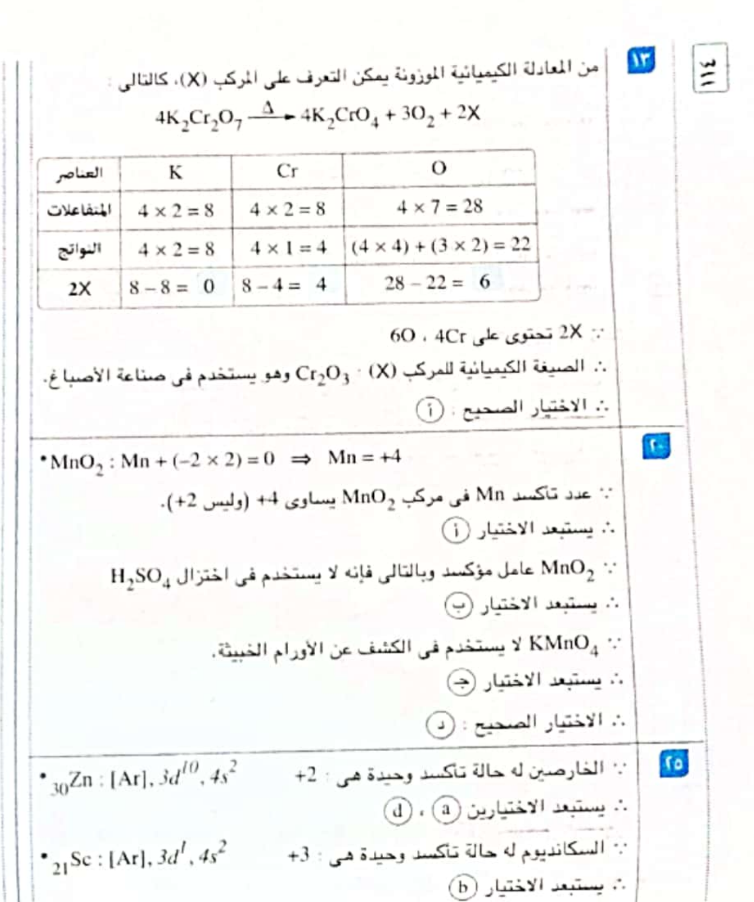
رقم السؤال	الإجابة
١	d
٢	c
٣	جـ
٤	b
٥	ب
٦	أ
٧	د
٨	أ
٩	جـ
١٠	d
١١	أ
١٢	د
١٣	أ
١٤	ب
١٥	ب
١٦	جـ
١٧	جـ
١٨	جـ
١٩	d
٢٠	د

رقم السؤال	الإجابة
٢١	a
٢٢	b
٢٣	c
٢٤	d
٢٥	c
٢٦	c
٢٧	d
٢٨	a
٢٩	b
٣٠	d
٣١	c
٣٢	b
٣٣	b
٣٤	a
٣٥	d
٣٦	b
٣٧	d
٣٨	c
٣٩	d
٤٠	d

رقم السؤال	الإجابة
٤١	d
٤٢	c
٤٣	b
٤٤	b
٤٥	b
٤٦	a
٤٧	b
٤٨	a
٤٩	c
٥٠	a
٥١	a
٥٢	c
٥٣	جـ
٥٤	جـ
٥٥	d
٥٦	جـ

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل
١	∵ عناصر الحديد Fe والكوبلت Co والنيكل Ni جميعها فلزات من عناصر السلسلة الانتقالية الأولى. ∴ يستبعد الاختيار (a) ∵ عنصرى النحاس Cu والفضة Ag من العناصر الانتقالية (فلزات المجموعة 1B). ∴ يستبعد الاختيار (b) ∵ عنصرى المنجنيز Mn والتيتانيوم Ti من فلزات السلسلة الانتقالية الأولى. ∴ يستبعد الاختيار (c) ∵ الزئبق Hg لا يعتبر من العناصر الانتقالية، لأنه ينتمى للمجموعة (2B) وكذلك عنصر الثوريوم Th الذى ينتمى إلى العناصر الانتقالية الداخلية، أما عنصر اللانثانيوم La فهو عنصر انتقالى رئيسى يقع فى المجموعة (3B). ∴ مجموعة عناصر Hg ، Th ، La تتضمن عنصر انتقالى رئيسى واحد. ∴ الاختيار الصحيح : (d)
٤	∵ العناصر الانتقالية الرئيسية يتتابع فيها امتلاء أوربيتالات المستوى الفرعى *(d)*. ∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (d) ∵ العناصر الانتقالية يكون فيها أوربيتالات المستوى الفرعى *(d)* غير تامة الامتلاء. ∴ يستبعد الاختيار (c) ∴ الاختيار الصحيح : (b)
١٠	فى عملية (فيشر – تروبش) يتم تحويل الغاز المائى (خليط من غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون) إلى وقود سائل (وليست غازات أو مواد صلبة). وعليه يستبعد الاختيارات (a) ، (b) ، (c) ∴ الاختيار الصحيح : (d)



١٣ من المعادلة الكيميائية الموزونة يمكن التعرف على المركب (X)، كالتالى :

$$4K_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\Delta} 4K_2CrO_4 + 3O_2 + 2X$$

العناصر	K	Cr	O
المتفاعلات	4 × 2 = 8	4 × 2 = 8	4 × 7 = 28
النواتج	4 × 2 = 8	4 × 1 = 4	(4 × 4) + (3 × 2) = 22
2X	8 − 8 = 0	8 − 4 = 4	28 − 22 = 6

∵ 2X تحتوى على 4Cr ، 6O

∴ الصيغة الكيميائية للمركب (X) : Cr_2O_3 وهو يستخدم فى صناعة الأصباغ.

∴ الاختيار الصحيح : ⓐ

٤٠ • $MnO_2 : Mn + (-2 \times 2) = 0 \Rightarrow Mn = +4$

∵ عدد تأكسد Mn فى مركب MnO_2 يساوى +4 (وليس +2).

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

∵ MnO_2 عامل مؤكسد وبالتالى فإنه لا يستخدم فى اختزال H_2SO_4

∴ يستبعد الاختيار ⓑ

∵ $KMnO_4$ لا يستخدم فى الكشف عن الأورام الخبيثة.

∴ يستبعد الاختيار ⓒ

∴ الاختيار الصحيح : ⓓ

٤٥ ∵ الخارصين له حالة تأكسد وحيدة هى : +2 • $_{30}Zn : [Ar], 3d^{10}, 4s^2$

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓓ

∵ السكانديوم له حالة تأكسد وحيدة هى : +3 • $_{21}Sc : [Ar], 3d^1, 4s^2$

∴ يستبعد الاختيار ⓑ

∴ الاختيار الصحيح : ⓒ

٣٣ الجدول التالى يوضح التوزيع الإلكترونى لعناصر الاختيارات الأربعة :

العناصر	$_{21}Sc$	$_{28}Ni$	$_{25}Mn$	$_{23}V$
التوزيع الإلكترونى	$[Ar], 4s^2, 3d^1$	$[Ar], 4s^2, 3d^8$	$[Ar], 4s^2, 3d^5$	$[Ar], 4s^2, 3d^3$
مجموع أعداد إلكترونات $4s + 3d$	3	10	7	5
رقم المجموعة التقليدى بالجدول الدورى	3B	8	7B	5B

ومنه يتضح أن مجموع أعداد إلكترونات المستويين الفرعيين $(n-1)d$ ، ns لعنصر النيكل Ni لا تتفق مع رقم مجموعته التقليدى بالجدول الدورى.

∴ الاختيار الصحيح : ⓑ

٤٣ • $_{24}Cr : [Ar], 3d^5, 4s^1 \longrightarrow Cr^{2+} : [Ar], 3d^4$ (↑ ↑ ↑ ↑ _)

• 4 إلكترونات مفردة.

• $_{26}Fe : [Ar], 3d^6, 4s^2 \longrightarrow Fe^{3+} : [Ar], 3d^5$ (↑ ↑ ↑ ↑ ↑)

• 5 إلكترونات مفردة.

∵ المستوى الفرعى $3d$ فى Cr^{2+} يحتوى على 4 إلكترونات مفردة وفى Fe^{3+} يحتوى على 5 إلكترونات مفردة.

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

• $_{25}Mn : [Ar], 3d^5, 4s^2 \longrightarrow Mn^{3+} : [Ar], 3d^4$ (↑ ↑ ↑ ↑ _)

• 4 إلكترونات مفردة.

يتضح مما سبق أن المستوى الفرعى $3d$ يحتوى على 4 إلكترونات مفردة فى كل من Cr^{2+} ، Mn^{3+}

∴ الاختيار الصحيح : ⓑ

٥٢ • $_{22}Ti : [Ar], 3d^2, 4s^2$ (↑ ↑ _ _ _ , ↑↓)

• $_{23}V : [Ar], 3d^3, 4s^2$ (↑ ↑ ↑ _ _ , ↑↓)

• $_{24}Cr : [Ar], 3d^5, 4s^1$ (↑ ↑ ↑ ↑ ↑ , ↑)

• $_{25}Mn : [Ar], 3d^5, 4s^2$ (↑ ↑ ↑ ↑ ↑ , ↑↓)

∵ نزع الإلكترون الثانى من ذرة الكروم سوف يتسبب فى كسر مستوى طاقة $(3d)$ نصف ممتلئ بالإلكترونات وهو ما يحتاج إلى قدر كبير من الطاقة.

∴ جهد التأين الثانى للكروم سوف يكون كبيرًا جدًا مقارنةً بجهد تأينه الأول.

وعليه فإن الاختيار الصحيح ⓒ

٥٣ ∵ الفرق بين جهد التأين (X) وجهد التأين الأول لعنصر الخارصين Zn هو الأكبر بالنسبة لباقى عناصر السلسلة الانتقالية الأولى.

∴ جهد التأين (X) يعبر عن جهد التأين الثالث لعنصر Zn لأنه سوف يتسبب فى كسر مستوى طاقة مكتمل بالإلكترونات.

∴ الاختيار الصحيح : ⓙ

إجابات الباب 1 الدرس الثانى

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	c
٢	جـ
٣	b
٤	b
٥	c
٦	د
٧	b
٨	d
٩	أ
١٠	جـ
١١	b
١٢	b
١٣	b
١٤	د

رقم السؤال	الإجابة
١٥	أ
١٦	د
١٧	c
١٨	c
١٩	d
٢٠	c
٢١	d
٢٢	جـ
٢٣	b
٢٤	b
٢٥	d
٢٦	جـ
٢٧	أ
٢٨	د

رقم السؤال	الإجابة
٢٩	جـ
٣٠	ب
٣١	b
٣٢	جـ
٣٣	أ
٣٤	أ
٣٥	a
٣٦	c
٣٧	d
٣٨	c
٣٩	b
٤٠	أ

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل

١

∵ أنصاف الأقطار الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى :

تقل بزيادة العدد الذرى فى الدورة الواحدة.	تزداد بزيادة العدد الذرى فى المجموعة الواحدة.
∴ نصف القطر الذرى لعنصر (X) لابد أن يكون أقل مما للعنصر (W).	∴ نصف القطر الذرى لعنصر (X) لابد أن يكون أقل مما للعنصر (Z).
وعليه يتم استبعاد الاختيارين ⓐ ، ⓓ	وعليه يتم استبعاد الاختيار ⓑ

∴ الاختيار الصحيح : ⓒ

٣

∵ مخطط الطاقة يعبر عن تفاعل طارد للحرارة.

∴ كل من A ، B يمثلان طاقة تنشيط التفاعلات لتكوين النواتج.

∵ مقدار الطاقة B أصغر من مقدار الطاقة A ، ومن المعروف أن العامل الحفاز يقلل من طاقة تنشيط التفاعل.

∴ B تدل على طاقة تنشيط التفاعل عند استخدام عامل حفاز.

∴ الاختيار الصحيح : ⓑ

٤

• Fe^{2+} : [Ar], $3d^6$ [⇅][↑][↑][↑][↑]

• Mn^{2+} : [Ar], $3d^5$ [↑][↑][↑][↑][↑]

• Cr^{3+} : [Ar], $3d^3$ [↑][↑][↑][ ][ ]

• V^{2+} : [Ar], $3d^3$ [↑][↑][↑][ ][ ]

∵ العزم المغناطيسى لأيونات Mn^{2+} أكبر مما لباقى الأيونات وهو ما يجعله أكثر تجاذبًا مع المجال المغناطيسى الخارجى.

∴ مركبات Mn^{2+} تتسبب فى انحراف مؤشر الميزان بأكبر درجة.

∴ الاختيار الصحيح : ⓑ

٥

∵ التفاعل الماص للحرارة تكون طاقة المتفاعلات فيه أقل من طاقة النواتج.

∴ يستبعد الاختياران ⓐ ، ⓑ

∵ الفرق بين طاقة النواتج وطاقة المتفاعلات يمثل ΔH للتفاعل وليس طاقة تنشيط التفاعل E_a

∴ يستبعد الاختيار ⓓ

∴ الاختيار الصحيح : ⓒ

٧

الانخفاض فى طاقة التنشيط لوجود عامل حفاز = 210 − 180 = 30 kJ

طاقة تنشيط التفاعل المحفز = 130 − 30 = 100 kJ

∴ الاختيار الصحيح : ⓑ

٩

∵ نصف القطر الذرى لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى يتناقص، ثم يشهد ثبات نسبى.

∴ الشكل (١) يعبر فيه المحور الرأسى عن تدرج خاصية نصف القطر الذرى لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ⓑ ، ⓓ

∵ الشحنة النووية الفعالة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى تزداد بزيادة العدد الذرى لها.

∴ الشكل (٢) يعبر فيه المحور الرأسى عن تدرج خاصية الشحنة النووية الفعالة.

∴ الاختيار الصحيح : ⓐ

١١

* المـادة الديامغناطيسـية هى المادة التى تتنافر مع المجال المغناطيسـى الخارجى لوجـود جميـع إلكتروناتهـا فـى حالـة ازدواج وبالتالى يقل وزنهـا عند وضعها فى مجال مغناطيسى.

• $_{23}V$: [Ar], $3d^3$, $4s^2$ ⟶ V^{3+} : [Ar], [↑][↑][ ][ ][ ] $3d^2$

∵ مركب VCl_3 مادة بارامغناطيسية، لوجود إلكترونين مفردين فى أوربيتالات المستوى الفرعى 3d لأيون V^{3+}

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

• $_{21}Sc$: [Ar], $3d^1$, $4s^2$ ⟶ Sc^{3+} : [Ar], [ ][ ][ ][ ][ ] $3d^0$

∵ مركب $ScCl_3$ مادة ديامغناطيسية، لعدم وجود إلكترونات مفردة فى أوربيتالات المستوى الفرعى 3d لأيون Sc^{3+}

∴ يقل الوزن الظاهرى لهذه المادة عند وضعها فى مجال مغناطيسى خارجى.

∴ الاختيار الصحيح : ⓑ

١٣

تزداد الخاصية البارامغناطيسية (أى قيمة العزم المغناطيسى) بزيادة عدد الإلكترونات المفردة فى أوربيتالات الأيون.

• $_{26}Fe$: [Ar], $3d^6$, $4s^2$ ⟶ Fe^{2+} : [Ar], [⇅][↑][↑][↑][↑] $3d^6$ ، 4 إلكترونات مفردة.

• $_{26}Fe$: [Ar], $3d^6$, $4s^2$ ⟶ Fe^{3+} : [Ar], [↑][↑][↑][↑][↑] $3d^5$ ، 5 إلكترونات مفردة.

• $_{24}Cr$: [Ar], $3d^5$, $4s^1$ ⟶ Cr^{3+} : [Ar], [↑][↑][↑][ ][ ] $3d^3$ ، 3 إلكترونات مفردة.

• $_{25}Mn$: [Ar], $3d^5$, $4s^2$ ⟶ Mn^{3+} : [Ar], [↑][↑][↑][↑][ ] $3d^4$ ، 4 إلكترونات مفردة.

∵ أيون Fe^{3+} يحتوى على العدد الأكبر من الإلكترونات المفردة.

∴ أيون Fe^{3+} أكثر هذه الأيونات بارامغناطيسية.

∴ الاختيار الصحيح : ⓑ

١٥

∵ الأوربيتالات (الممثلة بشكل دوائر) تحتوى على إلكترونات مفردة.

∴ المادة بارامغناطيسية.

وعليه فإنه يتم استبعاد الاختيارين ⓑ ، ⓓ

∵ الإلكترونات تتحرك فى اتجاه موحد.

∴ المادة واقعة تحت تأثير مجال مغناطيسى يعمل على توحيد اتجاه حركتها العشوائى.

وعليه فإن الاختيار الصحيح ⓐ

١٦

∵ العناصر الانتقالية تعتبر عوامل حفز مثالية.

وهناك عناصر انتقالية ديامغناطيسية وبعض أيوناتها المتهدرتة تكون غير ملونة.

∴ يستبعد الاختياران ⓐ ، ⓑ

∵ الحجوم الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الواحدة تكون أقل من الحجم الذرى للعناصر الممثلة السابقة لها فى نفس الدورة.

∴ يستبعد الاختيار ⓒ

وعليه فإن الاختيار الصحيح ⓓ

١٧

يتم حسـاب عدد الإلكترونـات المفردة فى كل حالة من حالات التأكسـد والتعويض عنها فى العلاقة $\mu = \sqrt{n(n+2)}$ كما بالجدول التالى والاختيار الصحيح هو الذى يكون له μ يساوى 3.87 BM

$_{25}Mn$: [Ar], $4s^2$, $3d^5$

الاختيارات	حالة تأكسد المنجنيز	عدد الإلكترونات المفردة (n)	العزم المغناطيسى
ⓐ	+2	5	$\mu = \sqrt{5(5+2)} = 5.92$ BM
ⓑ	+3	4	$\mu = \sqrt{4(4+2)} = 4.89$ BM
ⓒ	+4	3	$\mu = \sqrt{3(3+2)} = 3.87$ BM
ⓓ	+5	2	$\mu = \sqrt{2(2+2)} = 2.83$ BM

∴ الاختيار الصحيح : ⓒ

$_{23}V : [Ar], 4s^2 , 3d^3$

التوزيع الإلكترونى لأيونات V	عدد تأكسد V فى المركب	المركب	الاختيارات
$[Ar], 4s^0 , 3d^2$	$0 = V + (-1 \times 3)$ $\therefore V = +3$	VCl_3	ⓐ
$[Ar], 4s^0 , 3d^1$	$0 = V + (-2) + (-2)$ $\therefore V = +4$	$VOSO_4$	ⓑ
$[Ar], 4s^0 , 3d^0$	$0 = (1 \times 3) + V + (-2 \times 4)$ $\therefore V = +5$	Na_3VO_4	ⓒ
$[Ar], 4s^0 , 3d^3$	$0 = V + (-2)$ $\therefore V = +2$	VSO_4	ⓓ

∵ أوربيتالات المستوى الفرعى $3d$ مشغولة بإلكترونات مفردة فى حالات مركبات VCl_3 ، $VOSO_4$ ، VSO_4 (أى أن محاليلها ملونة).

∴ تستبعد الاختيارات ⓐ ، ⓑ ، ⓓ

∴ الاختيار الصحيح : ⓒ

∵ مركبات الكروم (III) المتهدرتة تظهر باللون الأخضر.

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

• $_{30}Zn : [Ar], 3d^{10}, 4s^2 \longrightarrow Zn^{2+} : [Ar],$ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ $3d^{10}$

• $_{29}Cu : [Ar], 3d^{10}, 4s^1 \longrightarrow Cu^{+} : [Ar],$ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ $3d^{10}$

∵ أوربيتالات المستوى الفرعى $3d$ تامة الامتلاء بالإلكترونات فى حالتى Cu^+ ، Zn^{2+}

∴ مركبات Cu^+ ، Zn^{2+} المتهدرتة عديمة اللون.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ⓑ ، ⓒ

∴ الاختيار الصحيح : ⓓ

∵ العناصر الانتقالية تتميز بارتفاع درجة انصهارها والعنصرين (P) ، (Q) درجتى انصهارهما منخفضتين نسبيًا.

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓑ

∵ العناصر الانتقالية جيدة التوصيل للكهرباء والعنصر (R) ردىء التوصيل.

∴ يستبعد الاختيار ⓒ

∴ الاختيار الصحيح : ⓓ

∵ أيون الأمونيوم NH_4^+ مصدره النشادر NH_3 والذى يُحضر فى الصناعة بطريقة هابر – بوش، وأيون الكبريتات SO_4^{2-} مصدره حمض الكبريتيك H_2SO_4 والذى يُحضر فى الصناعة بطريقة التلامس.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (د)

∵ العامل الحفاز المستخدم فى صناعة النشادر بطريقة هابر– بوش هو الحديد، بينما العامل الحفاز المستخدم فى صناعة حمض الكبريتيك بطريقة التلامس هو خامس أكسيد الفاناديوم.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∴ الاختيار الصحيح : (جـ)

إجابات الباب 1 الدرس الثالث

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	c
٢	c
٣	د
٤	c
٥	c
٦	جـ
٧	a
٨	جـ
٩	ب
١٠	ب
١١	د
١٢	b
١٣	ب

رقم السؤال	الإجابة
١٤	b
١٥	د
١٦	c
١٧	ب
١٨	د
١٩	ب
٢٠	ب
٢١	د
٢٢	ب
٢٣	ب
٢٤	د
٢٥	ب
٢٦	جـ

رقم السؤال	الإجابة
٢٧	ب
٢٨	ب
٢٩	b
٣٠	د
٣١	جـ
٣٢	أ
٣٣	أ
٣٤	ب
٣٥	جـ
٣٦	ب
٣٧	د
٣٨	أ

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكرة الحل
٢	∵ الحديد يشكل حوالى 90% من كتلة النيازك. ∴ كتلة الحديد فى النيزك = $14150 \times \frac{90}{100} = 12735$ kg وعليه فإن الاختيار الصحيح ⓒ

٤ ∵ الحديد يحتل الترتيب الرابع بين العناصر المعروفة فى القشرة الأرضية، من حيث النسبة المئوية الوزنية.

∴ Y% تمثل النسبة المئوية الوزنية لعنصر الحديد.

∴ الاختيار الصحيح : ⓒ

٨ ∵ الحجر الموضح بالشكل له خواص مغناطيسية تمكنه من جذب المواد المصنوعة من الحديد.

∴ هذا الحجر يحتوى على خام المجنتيت الذى يتميز بخواصه المغناطيسية.

∴ الاختيار الصحيح : (جـ)

٩

العناصر	O		Fe
عدد مولات ذرات العناصر	$\frac{21.6}{16} = 1.35$ mol		$\frac{50.4}{55.85} = 0.9$ mol
نسبة عدد مولات ذرات العناصر	$\frac{1.35}{0.9} = 1.5$	:	$\frac{0.9}{0.9} = 1$
نسبة عدد المولات (لأقرب رقم صحيح)	$1.5 \times 2 = 3$	:	$1 \times 2 = 2$

∵ الصيغة الكيميائية لهذا الخام : Fe_2O_3

∴ هذا الخام هو الهيماتيت.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

١٢

الصيغة الكيميائية	$FeCO_3$	Fe_2O_3	Fe_3O_4
اسم الخام	السيدريت	الهيماتيت	المجنتيت

يتضح من مقارنة الصيغ الكيميائية الموضحة بالجدول السابق والصيغ الكيميائية فى الاختيارات الأربعة أن الصيغة الكيميائية لخام البيريت هى FeS_2

∴ الاختيار الصحيح : ⓑ

١٥ عند تحميص السيدريت $FeCO_3$ يتحول إلى أكسيد الحديد (II) الذى يتأكسد إلى أكسيد الحديد (III) :

$$FeCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

$$2FeO_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)}$$

وعند تحميص الليمونيت يتحول إلى أكسيد الحديد (III) :

$$2Fe_2O_3.3H_2O_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (د)

١٧ ∵ تحضير خامات الحديد يتم بتحسين خواصها الفيزيائية والميكانيكية والتى تبدأ بعملية التكسير.

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (جـ)

∵ عملية تحضير الخامات تنتهى بتحسين خواصها الكيميائية والتى تتم بعملية التحميص.

∴ يستبعد الاختيار (د)

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

١٨ ∵ عملية تسخين خامات الحديد بشدة فى الهواء «عملية التحميص» تهدف إلى التخلص من شوائب الفوسفور والكبريت الموجودة بالخام «وليس إضافة الفوسفور إليه».

∴ يستبعد الاختياران (ب) ، (جـ)

∵ عملية التحميص تحول أكسيد الحديد (II) إلى أكسيد الحديد (III).

$$2FeO_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∴ الاختيار الصحيح : (د)

١٩ ∵ تجرى عملية اختزال لخام الهيماتيت فى الفرن العالى :

$$3CO_{(g)} + Fe_2O_{3(s)} \xrightarrow{>700°C} 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختياران (جـ) ، (د)

∵ الحديد الناتج من الفرن العالى ينقل إلى المحول الأكسجينى حيث تتم عملية أكسدة للشوائب الموجودة فيه.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

٢٠ عند مدخل الهواء فى الفرن العالى وفى وجود وفرة من الكربون، يحترق جزء من الكربون مكونًا غاز CO_2

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)}$$

ويتفاعل CO_2 مع الجزء المتبقى من الكربون مكونًا غاز CO الذى يقوم بدور العامل المختزل.

$$CO_{2(g)} + C_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{(g)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

٢١ ∵ معطيات السؤال لا يستدل منها على أنصاف أقطار ذرات العناصر المستخدمة فى تكوين السبيكة.

∴ لا يمكن تحديد إن كانت السبيكة استبدالية أم بينية.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (جـ)

∵ سبيكة البرونز تتكون بشكل أساسى من عنصر النحاس «وليس عنصر الألومنيوم».

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∴ الاختيار الصحيح : (د)

---

٢٨ ∵ الشكل الموضح بالاختيار (أ) يمثل شبكة بللورية لعنصر نقى وليس سبيكة.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الشكل الموضح بالاختيار (جـ) يمثل للوهلة الأولى سبيكة من سبائك الحديد، إلا أن النسبة بين الحديد (الفلز الأصلى) والفلز الآخر المضاف إليه فى السبيكة لا تكون بنسبة ١ ١

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

∵ فى السبائك الاستبدالية تستبدل بعض ذرات الفلز الأصلى بذرات فلز آخر له نفس القطر.

∴ يستبعد الاختيار (د)

∴ الاختيار الصحيح (ب)

٢٩ تتكون السبيكة عادةً من عناصر صلبة (فلزين أو أكثر أو من فلز ولافلز أو أكثر).

∵ الزئبق Hg فلز ولكنه يتواجد فى الحالة السائلة فى الظروف الطبيعية من الضغط ودرجة الحرارة.

∴ Hg و Fe لا يكونا معًا سبيكة.

∴ الاختيار الصحيح : (b)

إجابات الباب 1 الدرس الرابع

ارقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	د
٢	جـ
٣	b
٤	b
٥	جـ
٦	جـ
٧	ب
٨	جـ
٩	a
١٠	جـ
١١	جـ
١٢	أ
١٣	ب

رقم السؤال	الإجابة
١٤	c
١٥	جـ
١٦	d
١٧	ب
١٨	د
١٩	جـ
٢٠	a
٢١	جـ
٢٢	د
٢٣	ب
٢٤	ب
٢٥	d
٢٦	د

رقم السؤال	الإجابة
٢٧	c
٢٨	د
٢٩	ب
٣٠	جـ
٣١	ب
٣٢	a
٣٣	d
٣٤	b
٣٥	جـ
٣٦	c
٣٧	d
٣٨	c

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكرة الحل
١	عدم تفاعل قطعة الحديد مع محلول HCl المخفف بمجرد غمرها فيه يدل على وجود طبقة غير مسامية من الأكسيد على سطح الحديد، تزول تدريجيًا عند وجودها مع حمض HCl المخفف وهذه الطبقة تتكون بسبب الخمول الظاهرى الذى يسببه حمض النيتريك المركز للحديد. ∴ الاختيار الصحيح : (د)

١ يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار مع الهواء مكونًا مركب Fe_3O_4

$$3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{500°C} Fe_3O_{4(s)}$$

∵ Fe_3O_4 يُختزل بغاز H_2، تبعًا للمعادلة التالية :

$$Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400° : 700°C} 3FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

1 mol　　1 mol

∴ الاختيار الصحيح : (ج)

٤ ∵ بخار الماء يتفاعل مع الحديد المسخن لدرجة الاحمرار (500°C) مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسي وغاز الهيدروجين.

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ تفاعل الحديد مع أيًا من غاز الكلور أو حمض الكبريتيك المركز يتم بالتسخين.

∴ يستبعد الاختيارين (c) ، (d)

∴ الاختيار الصحيح : (b)

٦ ∵ O_3 عامل مؤكسد.

∴ أكسيد الحديد (X) سوف يتأكسد إلى أكسيد الحديد (Y) وعليه فإنه لا يمكن اختزال (X) إلى (Y).

∴ يستبعد الاختيارين (ب) ، (د)

∵ $6X \longrightarrow 3Y$

∴ كل 2 mol من (X) يمكن أكسدتها إلى 1 mol من (Y).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ج)

١٢ التسخين الشديد لمركب كبريتات الحديد (II) يؤدى إلى تكوين أكسيد الحديد (III).

$$2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$$

اختزال أكسيد الحديد (III) بغاز أول أكسيد الكربون يؤدى إلى تكوين أكسيد الحديد المغناطيسي مع تصاعد غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق.

$$3Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \xrightarrow{230° : 300°C} 2Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

١٦ ∵ النحاس لا يحل محل الحديد فى محاليل أملاحه، لأن النحاس أقل نشاطًا كيميائيًا من الحديد.

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ كبريتات الحديد (II) تنحل بالحرارة، تبعًا للمعادلة التالية :

$$2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$$

∴ يستبعد الاختيارين (b) ، (c)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

١٧ ∵ أكسيد الحديد (II) يتأكسد بسهولة فى الهواء الساخن مكونًا أكسيد الحديد (III) الأحمر.

$$4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الحديد المسخن لدرجة الاحمرار يتفاعل مع الهواء مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسي.

$$3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{500°C} Fe_3O_{4(s)}$$

∴ المركب الناتج Fe_3O_4 أسود اللون (وليس أحمر اللون).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٢١ من المعروف أن محلول كلوريد الحديد (III) أصفر اللون.

∵ عدد تأكسد الحديد فى كلوريد الحديد (III) يساوى +3

∴ لا يمكن أكسدة الحديد إلى حالة تأكسد أكبر من +3

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

∵ محلول كلوريد الحديد (III) حامضى.

∴ محلول كلوريد الحديد (III) لا يتفاعل مع حمض الكبريتيك.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (ب)

∵ محلول كلوريد الحديد (III) يتفاعل مع محلول هيدروكسيد الأمونيوم مكونًا راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد (III).

$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{3(s)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (ج)

٢٤ يتم تحويل هيدروكسيد الحديد (III) إلى هيدروكسيد الحديد (II) على 4 خطوات، كالتالى :

(الخطوة الأولى) $2Fe(OH)_{3(s)} \xrightarrow{> 200°C} Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$

(الخطوة الثانية) $Fe_2O_{3(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400° : 700°C} 2FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$

(الخطوة الثالثة) $FeO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$

(الخطوة الرابعة) $FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$

∵ الخطوة الأولى تمثل تفاعل انحلال حرارى، بينما الخطوة الثانية تمثل تفاعل أكسدة واختزال.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الخطوة الأولى والخطوة الثالثة لا يعتبرا من تفاعلات الأكسدة والاختزال.

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

٢٨ كبريتات الحديد (III) تنتج من تفاعل أكسيد الحديد (III) مع حمض الكبريتيك المركز الساخن.

$$Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[conc]{\Delta} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(v)}$$

بضرب معاملات المعادلة × 2 :

$$2Fe_2O_{3(s)} + 6H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[conc]{\Delta} 2Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 6H_2O_{(v)}$$

4 mol Fe　3 mol O_2　6 mol H_2SO_4　2 mol $Fe_2(SO_4)_3$

∴ الاختيار الصحيح : (د)

٣٥ ∵ تسخين أكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء يؤدى إلى تصاعد غازى CO ، CO_2 وهو ما يجعل كتلة المادة الصلبة المتبقية أقل من كتلة أكسالات الحديد (II).

$$(COO)_2Fe_{(s)} \xrightarrow[\text{بمعزل عن الهواء}]{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{2(g)} + CO_{(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ تسخين كربونات الحديد (II) يؤدى إلى تصاعد غاز CO_2 وخروجه من حيز التفاعل، لذا تقل كتلته.

$$FeCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الحديد المسخن لدرجة الاحمرار يتفاعل مع الهواء مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسي.

$$3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{500°C} Fe_3O_{4(s)}$$

∴ تزداد كتلة الحديد بالتسخين لتكوّن Fe_3O_4

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ج)

إجابات أسئلة الامتحانات على الباب 1

رقم السؤال	الإجابة
١	أ
٢	ب
٣	أ
٤	أ
٥	ب
٦	أ
٧	أ

رقم السؤال	الإجابة
٨	أ
٩	أ
١٠	ب
١١	أ
١٢	أ
١٣	د
١٤	أ

رقم السؤال	الإجابة
١٥	أ
١٦	جـ
١٧	أ
١٨	ب
١٩	ب
٢٠	د
٢١	جـ

إجابات نموذج امتحان على الباب 1

ارقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	ب
٢	b
٣	أ
٤	جـ
٥	d
٦	أ
٧	d
٨	b
٩	جـ
١٠	b

رقم السؤال	الإجابة
١١	جـ
١٢	c
١٣	a
١٤	b
١٥	c
١٦	د
١٧	جـ
١٨	ب
١٩	a
٢٠	ب

رقم السؤال	الإجابة
٢١	جـ
٢٢	ب
٢٣	جـ
٢٤	d
٢٥	جـ
٢٦	د
٢٧	a
٢٨	جـ
٢٩	جـ
٣٠	ب

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل
١٤	• كلما ازدادت قوة الرابطة الفلزية باشتراك الإلكترونات المفردة في المستويين الفرعيين الأخيرين $(n-1)d$ ، ns في هذا الترابط، كلما ازدادت درجتي انصهار وغليان العنصر الانتقالي.

• $_{24}Cr : [Ar], 4s^1, 3d^5$

• $_{80}Hg : [Xe], 6s^2, 5d^{10}, 4f^{14}$

• $_{29}Cu : [Ar], 4s^1, 3d^{10}$

• $_{79}Au : [Xe], 6s^1, 5d^{10}, 4f^{14}$

∵ العنصر الوحيد الذى لا تحتوى أوربيتالات المستويين الفرعيين ns ، $(n-1)d$ على إلكترونات مفردة تشترك فى ذلك الترابط هو الزئبق Hg

∴ الاختيار الصحيح : (b)

فكرة حل أخرى :

الاختيارات جميعها لعناصر صلبة، عدا الزئبق الفلز السائل الوحيد، الذى تكون درجتي انصهاره وغليانه أقل مما للعناصر الصلبة.

٢١ ∵ يتضح من الشكل البيانى أن :

(1) : يمثل الأكسجين (لافلز) بصفته أكثر العناصر تواجد فى القشرة الأرضية.

(2) : يمثل السيليكون (شبه فلز) بصفته ثانى أكثر العناصر تواجد فى القشرة الأرضية.

(3) : يمثل الحديد (فلز) بصفته رابع أكثر العناصر تواجد فى القشرة الارضية.

(4) : يمثل الألومنيوم (فلز) بصفته ثالث أكثر العناصر تواجد فى القشرة الارضية.

∴ فلز الألومنيوم (4) يمثل الفلز الأكثر انتشارا فى القشرة الارضية. يليه فى الترتيب فلز الحديد (3).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

٢٤ ∵ الشكلين (a) ، (b) يمثلا الرابطة الفلزية لفلزين مختلفين.

∴ يتم استبعاد الاختيارين (a) ، (b)

∵ الشكل (c) يعبر عن الشبكة البللورية لمركب أيونى يحتوى على أيونات موجبة وأيونات سالبة.

∴ يستبعد الاختيار (c)

∵ الشكل (d) يعبر عن السحابة الإلكترونية المحيطة بأيونين موجبين يختلفا فى الحجم الأيونى.

∴ الاختيار (d) يعبر عن سبيكة من فلزين.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

إجابات الباب 2 الدرس الأول

ارقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	د
٢	أ
٣	b
٤	a
٥	c
٦	د
٧	c
٨	أ
٩	b
١٠	جـ
١١	b
١٢	جـ
١٣	ب
١٤	أ
١٥	د
١٦	b
١٧	د
١٨	أ
١٩	b
٢٠	b

رقم السؤال	الإجابة
٢١	ب
٢٢	b
٢٣	b
٢٤	c
٢٥	جـ
٢٦	b
٢٧	a
٢٨	ب
٢٩	جـ
٣٠	c
٣١	ب
٣٢	a
٣٣	د
٣٤	c
٣٥	b
٣٦	أ
٣٧	ب
٣٨	جـ
٣٩	ب
٤٠	ب

رقم السؤال	الإجابة
٤١	ب
٤٢	d
٤٣	c
٤٤	ب
٤٥	د
٤٦	b
٤٧	ب
٤٨	جـ
٤٩	c
٥٠	c
٥١	ب
٥٢	أ
٥٣	ب
٥٤	د
٥٥	ب
٥٦	ب
٥٧	c
٥٨	a
٥٩	جـ

رقم السؤال	فكـرة الحـل

١

اختفاء العلامة X يرجع إلى تكوُّن مادة فى خليط التفاعل تعوق رؤيتها (راسب أو مادة معلقة).

∵ تفاعل نيتريت الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف لا يؤدى إلى تكوين راسب.

$$NaNO_{2(s)} + HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} NaCl_{(aq)} + HNO_{2(aq)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ تفاعل بيكربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف لا يؤدى إلى تكوين راسب.

$$NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ تفاعل كبريتيت الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف لا يؤدى إلى تكوين راسب.

$$Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

∵ تفاعل ثيوكبريتات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف يؤدى إلى تكوين راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت فى المحلول.

$$Na_2S_2O_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$$

∴ معلق الكبريت سوف يعيق رؤية العلامة X بمرور الوقت.

∴ الاختيار الصحيح : (د)

٢

∵ المحلول (R) يقوم بدور العامل المختزل.

∴ المحلول (X) يقوم بدور العامل المؤكسد.

وإذا افترضنا أن المحلول (R) هو نيتريت الصوديوم $NaNO_2$
والمحلول (X) هو برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ المحمض
فإنه عند إضافة المحلول (R) إلى المحلول (X) يزول لون محلول البرمنجنات البنفسجى.

$$5NaNO_{2(aq)} + 2KMnO_{4(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 5NaNO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 2MnSO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

٥

عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح الكبريتيد S^{2-} يتصاعد غاز H_2S كريه الرائحة (رائحة البيض الفاسد).

$$Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$

وغاز H_2S يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II).

$$(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2CH_3COOH_{(aq)} + PbS_{(s)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (جـ)

١٧

∵ جميع أملاح الكربونات لا تذوب فى الماء، عدا كربونات كل من الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم.

∴ كربونات الثاليوم لا تذوب فى الماء.

وعليه يستبعد الاختيارين (أ) ، (جـ)

∵ جميع أملاح الصوديوم تذوب فى الماء.

∴ كلوريت الصوديوم يذوب.

وعليه يستبعد الاختيار (ب)

∴ الاختيار الصحيح (د)

٢١

∵ كل من أملاح الكربونات CO_3^{2-} والبيكربونات HCO_3^- مشتقة من حمض الكربونيك H_2CO_3

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ جميع أملاح الكربونات لا تذوب فى الماء، عدا كربونات كل من الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، بينما جميع أملاح البيكربونات تذوب فى الماء.

∴ ليست جميع أملاح الكربونات والبيكربونات تذوب فى الماء.

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

٢٢

تتفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف، تبعًا للمعادلة

$$Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

ويؤدى تصاعد غاز CO_2 من الكأس مع وجود باقى مواد التفاعل فيها إلى حدوث نقص فى كتلة الكأس بما يساوى كتلة غاز CO_2 المتصاعد (كتلة الكأس لا تصل إلى الصفر).

∴ الاختيار الصحيح : (b)

٣٧

∵ المحلول المحمض من برمنجنات البوتاسيوم بنفسجى اللون.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (جـ)

∵ اختزال برمنجنات البوتاسيوم – بصفتها عامل مؤكسد – سوف يؤدى إلى أكسدة أيونات اليوديد إلى محلول اليود البنى.

$$2I^-_{(aq)} \longrightarrow I_{2(aq)} + 2e^-$$

∴ يتحول لون المحلول من البنفسجى إلى البنى.

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

٤٥

∵ أيونات الفضة الموجودة فى محلول نترات الفضة، تتحد مع

- أيونات الفوسفات الموجودة فى محلول فوسفات البوتاسيوم مكونة راسب من فوسفات الفضة Ag_3PO_4

$$3AgNO_{3(aq)} + K_3PO_{4(aq)} \longrightarrow 3KNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$$

- أيونات الكلوريد الموجودة فى محلول كلوريد البوتاسيوم مكونة راسب من كلوريد الفضة AgCl

$$AgNO_{3(aq)} + KCl_{(aq)} \longrightarrow KNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

∴ تزداد كتلة الرواسب المتكونة بمرور الوقت

وعليه يتم استبعاد الاختيار

∵ كل من راسب Ag_3PO_4 وراسب AgCl يذوبا فى محلول الأمونيا

∴ تقل كتلة الرواسب بمرور الوقت حتى تختفى تمامًا (تصبح صفر).

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ( ) ، (جـ)

∴ الاختيار الصحيح (د)

• محلول $Cu(NO_3)_2$ يتكون راسب أسود من CuS

$$Cu(NO_3)_{2(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2HNO_{3(aq)} + CuS_{(s)}$$

وعليه يستبعد الاختيار (c)

* ومن المعلوم أن كل أملاح الصوديوم تذوب فى الماء (أى لا تُكوِّن رواسب).

∴ الاختيار الصحيح : (d)

٤١

$$3NaOH_{(aq)} + AlCl_{3(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Al(OH)_{3(s)}$$

3 mol	1 mol
? mol	2 mol

∵ عدد مولات NaOH اللازمة للتفاعل مع كل مولات $AlCl_3 = 2 \times 3 = 6$ mol

∴ يتبقى 1 mol من NaOH يتسبب فى ذوبان جزء من الراسب المتكون.

$$Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

ميتا ألومينات الصوديوم

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

٤٤

محلول كلوريد الألومنيوم يحتوى على كاتيون $Al^{3+}_{(aq)}$ وأنيون $Cl^-_{(aq)}$

∵ كاتيون $Al^{3+}_{(aq)}$ يمكن الكشف عنه باستخدام أيًا من محلولى NaOH أو NH_4OH

∴ يستبعد الاختيارين (ب) ، (جـ)

∵ أنيون $Cl^-_{(aq)}$ يمكن الكشف عنه باستخدام محلول محمض من $AgNO_3$

$$AlCl_{3(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Al(NO_3)_{3(aq)} + 3AgCl_{(s)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (د)

٣٣

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كبريتات الألومنيوم، يتكون راسب أبيض چيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم، يذوب فى وفرة من هيدروكسيد الصوديوم، مكونًا ميتا ألومينات الصوديوم.

$$\bullet\ Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)} \quad ①$$

$$\bullet\ Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)} \quad ②$$

ميتا ألومينات الصوديوم

بضرب معاملات المعادلة ② × 2 ثم الجمع مع المعادلة ① تنتج المعادلة :

$$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 8NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2NaAlO_{2(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

∵ إضافة وفرة من هيدروكسيد الصوديوم تؤدى إلى وجود أيونات Na^+ ، OH^- فى خليط التفاعل بعد انتهائه.

∴ يستبعد الاختيار (b)

∵ التفاعل ينتج عنه تكون محلول Na_2SO_4 ومحلول $NaAlO_2$

∴ توجد أيونات Na^+ ، AlO_2^- ، SO_4^{2-} فى خليط التفاعل بعد انتهاء التفاعل بالإضافة لأيونات OH^-

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

٤٨

∵ أيونات Ca^{2+} تتفاعل مع حمض الكبريتيك مكونة راسب أبيض من $CaSO_4$ ، بينما أيونات Mg^{2+} تتفاعل مع حمض الكبريتيك مكونة ملح $MgSO_4$ الذى يذوب فى الماء (أى لا يُكوِّن راسب).

$$CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow CaSO_{4(s)} + 2HCl_{(aq)}$$

∴ يستبعد الاختيارين (c) ، (d)

∵ أيونات Cl^- يتم الكشف عنها بمحلول نترات الفضة، حيث تكون راسب أبيض اللون.

$$CaCl_{2(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Ca(NO_3)_{2(aq)} + 2AgCl_{(s)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

النسبة المئوية لنقاء كربونات الكالسيوم = $\frac{\text{كتلة المركب في العينة (g)}}{\text{كتلة العينة غير النقية (g)}} \times 100\%$

كتلة كربونات الكالسيوم = $\frac{100 \times 85\%}{100\%} = 85\ g$

الكتلة المولية من $CaCO_3 = 40 + 12 + (16 \times 3) = 100\ g/mol$

عدد مولات كربونات الكالسيوم = $\frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية من المادة}}$

$= \frac{85}{100} = 0.85\ mol$

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

1 mol	2 mol
0.85 mol	? mol

∴ عدد مولات حمض الهيدروكلوريك = $0.85 \times 2 = 1.7\ mol$

∴ تركيز الحمض المستخدم = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \frac{1.7}{2.5} = 0.68\ M$

وعليه فإن الاختيار الصحيح ([illegible])

عدد مولات الحمض = $\frac{0.45}{90} = 0.005\ mol$

عدد مولات $KOH = 0.5 \times 0.02 = 0.01\ mol$

KOH	← يتعادل مع	الحمض
0.01 mol		0.005 mol
? mol		1 mol

عدد مولات KOH اللازمة للتعادل مع 1 mol من الحمض = $\frac{0.01}{0.005} = 2\ mol$

∵ KOH يحتوي على مجموعة (OH^-) واحدة.

∴ الحمض يحتوي على ذرتي هيدروجين في الجزيء الواحد.

وعليه فإن الاختيار الصحيح ([illegible])

عدد مولات حمض الكبريتيك = $0.1 \times \frac{7.15}{1000} = 7.15 \times 10^{-4}\ mol$

$$2NaHCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2$$

2 mol	1 mol
? mol	7.15×10^{-4} mol

عدد مولات $NaHCO_3 = 2 \times 7.15 \times 10^{-4} = 1.43 \times 10^{-3}\ mol$

كتلة $NaHCO_3$ = عدد المولات × الكتلة المولية

$= 1.43 \times 10^{-3} \times 84 = 0.12\ g$

النسبة المئوية الكتلية لبيكربونات الصوديوم = $\frac{0.12}{1} \times 100\% = 12\%$

∴ الاختيار الصحيح ([illegible])

الكتلة المولية من $NaOH = 23 + 16 + 1 = 40\ g/mol$

عدد مولات 1.2 g من $NaOH = \frac{1.2}{40} = 0.03\ mol$

التركيز المولاري من محلول $NaOH = \frac{0.03}{1} = 0.03\ M$

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.2 \times V_a}{1} = \frac{0.03 \times 500}{2}$$

∴ $V_a = \frac{0.03 \times 500}{2 \times 0.2} = 37.5\ mL$

∴ الاختيار الصحيح ([illegible])

$$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$\frac{M_b}{M_a} = \frac{V_a n_b}{V_b n_a} = $ [illegible] $= 4$

∴ $M_b = 4\ M_a$

∴ الاختيار الصحيح ([illegible])

عدد مولات حمض HCl المضافة إلى العينة = $0.0175\ mol = \frac{35}{1000} \times 0.5$

عدد مولات NaOH اللازمة لمعادلة الحمض الزائد = $0.006\ mol = \frac{15}{1000} \times 0.4$

عدد مولات الحمض المتفاعلة مع Na_2CO_3 = $0.0115\ mol = 0.006 - 0.0175$

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

Na_2CO_3	$2HCl$
1 mol	2 mol
? mol	0.0115 mol

عدد مولات Na_2CO_3 المتفاعلة مع الحمض = $0.00575\ mol = \frac{0.0115}{2}$

الكتلة المولية من Na_2CO_3 = $106\ g/mol = (3 \times 16) + 12 + (2 \times 23)$

كتلة Na_2CO_3 في العينة = $0.6095\ g = 106 \times 0.00575$

كتلة NaCl في العينة = $0.8005\ g = 0.6095 - 1.41$

∴ النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في العينة = $56.77\% = 100\% \times \frac{0.8005}{1.41}$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

عدد مولات حمض الكبريتيك في الخليط = $0.02\ mol = 0.5 \times \frac{40}{1000}$

عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم في الخليط = $0.02\ mol = 0.4 \times \frac{50}{1000}$

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

H_2SO_4	$2NaOH$
1 mol	2 mol
? mol	0.02 mol

عدد مولات H_2SO_4 المتعادلة مع NaOH = $0.01\ mol = \frac{0.02}{2}$

∵ عدد مولات الحمض الموجودة في الخليط تساوي 0.02 mol .

بينما عددها المتعادل مع NaOH يساوي 0.01 mol

∴ هناك فائض من الحمض لم يتفاعل مع NaOH وبالتالي يصبح الخليط حامضياً.

∵ ألوان الأدلة الكيميائية في الوسط الحامضي تكون كما بالجدول التالي

الدليل	الميثيل البرتقالي	الفينولفثالين	عباد الشمس	أزرق بروموثيمول
لون الدليل في الوسط الحامضي	أحمر	عديم اللون	أحمر	أصفر

∴ الاختيار الصحيح (د)

$$KOH_{(aq)} + HNO_{3(aq)} \longrightarrow KNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

KOH	HNO_3
1 mol	1 mol

الكتلة المولية من KOH = $56\ g/mol = 1 + 16 + 39$

عدد مولات KOH = $0.225\ mol = \frac{12.6}{56}$

الكتلة المولية من HNO_3 = $63\ g/mol = (3 \times 16) + 14 + 1$

عدد مولات HNO_3 = $0.09\ mol = \frac{5.6}{63}$

∵ عدد مولات KOH (0.225 mol) أكبر من عدد مولات HNO_3 (0.09 mol) في خليط التفاعل

∴ محلول خليط التفاعل يكون قاعدياً، أي يتلون باللون الأزرق عند إضافة قطرات من دليل أزرق بروموثيمول إليه.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

$$Na_2CO_{3(s)} \xrightarrow{\text{يتفاعل مع}} 2HCl_{(aq)}$$

Na_2CO_3	$2HCl$
1 mol	2 mol
? mol	0.025 mol

عدد مولات Na_2CO_3 المتفاعلة مع الحمض = $0.0125\ mol = \frac{0.025}{2}$

كتلة Na_2CO_3 غير المتهدرتة المتفاعلة مع الحمض = $1.325\ g = 106 \times 0.0125$

كتلة ماء التبلر في العينة = $0.675\ g = 1.325 - 2$

عدد مولات H_2O في العينة = $0.0375\ mol = \frac{0.675}{18}$

$$Na_2CO_3 \xrightarrow{\text{يتفاعل مع}} XH_2O$$

Na_2CO_3	XH_2O
0.0125 mol	0.0375 mol
1 mol	? mol

$\therefore X = \frac{0.0375}{0.0125} = 3\ mol$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

النسبة المئوية لماء التبلر في العينة = $100\% \times \frac{\text{كتلة ماء التبلر في العينة } (5H_2O)}{\text{كتلة عينة المادة المتبلرة } (CuSO_4.5H_2O)}$

$= 100\% \times \frac{5 \times 18}{160 + (5 \times 18)}$

∴ الاختيار الصحيح : (d)

عدد مولات حمض HCl = $0.005\ mol = \frac{50}{1000} \times 0.1$

$$2HCl_{(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

$$HCl \xrightarrow{\text{يتفاعل مع}} Na_2CO_3$$

HCl	Na_2CO_3
2 mol	1 mol
0.005 mol	? mol

∵ عدد مولات Na_2CO_3 في العينة = $0.0025\ mol = \frac{0.005}{2}$

∴ عدد مولات H_2O المرتبطة بمولات Na_2CO_3 = $0.0025X\ mol$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

$$Na_2CO_3.10H_2O \longrightarrow Na_2CO_3 + 10H_2O$$

$Na_2CO_3.10H_2O$	$10H_2O$
$106 + (10 \times 18) = 286\ g$	$10 \times 18 = 180\ g$
2.86 g	? g

كتلة ماء التبلر = $1.8\ g = \frac{2.86 \times 180}{286}$

∵ مقدار النقص في كتلة العينة بعد التسخين = كتلة ماء التبلر = 1.8 g

∴ الاختيار الصحيح : (b)

$$Pb \longrightarrow PbSO_4$$

Pb	$PbSO_4$
207 g	303 g
? g	2.37 g

∴ كتلة عنصر Pb في العينة = $1.62\ g = \frac{207 \times 2.37}{303}$

كتلة عنصر Sn في العينة = $1.38\ g = 1.62 - 3$

النسبة المئوية لعنصر Sn في العينة = $46\% = 100\% \times \frac{1.38}{3}$

∴ الاختيار الصحيح : (d)

عدد مولات نترات الفضة = $1 \times 10^{-3}\ mol = 0.05 \times \frac{20}{1000}$

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl + NaNO_3$$

$NaCl$	$AgNO_3$
1 mol	1 mol
? mol	1×10^{-3} mol

عدد مولات NaCl = $1 \times 10^{-3}\ mol$

كتلة NaCl = $0.0585\ g = (23 + 35.5) \times 1 \times 10^{-3}$

النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في الخليط = $2.9\% = 100\% \times \frac{0.0585}{2}$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

∵ ملح نترات الصوديوم يذوب في الماء، وملح كربونات الكالسيوم لا يذوب في الماء.

∴ الخطوة الأولى هي إضافة الماء إلى خليط الملحين مع التقليب.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (جـ) ، (د)

∵ فصل ملح كربونات الكالسيوم عن محلول نترات الصوديوم يتم بالترشيح.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

إجابات نموذج امتحان على الباب 2

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابـة
١	c
٢	د
٣	جـ
٤	b
٥	c
٦	a
٧	جـ
٨	أ
٩	د
١٠	ب

رقم السؤال	الإجابـة
١١	b
١٢	b
١٣	د
١٤	جـ
١٥	c
١٦	d
١٧	d
١٨	أ
١٩	d
٢٠	a

رقم السؤال	الإجابـة
٢١	c
٢٢	جـ
٢٣	ب
٢٤	c
٢٥	د
٢٦	c
٢٧	b
٢٨	a
٢٩	b
٣٠	b

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل

١

$$Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2NaI_{(aq)} \longrightarrow 2NaNO_{3(aq)} + PbI_{2(s)}$$

∵ عند تفاعل محلول نترات الرصاص (II) مع محلول يوديد الصوديوم يترسب PbI_2

∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (d)

عدد مولات $Pb(NO_3)_2$ في الخليط = $\frac{0.331}{331}$ = 0.001 mol

عدد مولات يوديد الصوديوم NaI في الخليط = 0.1 × 0.125 = 0.0125 mol

$Pb(NO_3)_2$	يتفاعل مع ⟶	2NaI
1 mol		2 mol
0.001 mol		? mol

عدد مولات NaI المتفاعلة = $\frac{0.001 \times 2}{1}$ = 0.002 mol

∵ عدد مولات NaI المتفاعلة أقل من عدد مولات NaI في الخليط.

∴ سيكون هناك عدد من مولات Na^+ ، I^- غير المتفاعلة بالإضافة إلى أيونات Na^+ ، NO_3^- الناتجة مع راسب PbI_2

∴ الاختيار الصحيح : (c)

١٦

∵ محلول $FeCl_3$ لونه أصفر باهت ويتفاعل مع محلول NaOH مكونًا راسب بنى محمر من $Fe(OH)_3$

$$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$$

∴ كاتيون الملح هو : Fe^{3+}

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (b) ، (c)

∵ أملاح الكربونات تتفاعل مع الأحماض مكونة غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق $Ca(OH)_2$ لتكون ملح $CaCO_3$ (راسب أبيض لا يذوب فى الماء).

$$CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{S.T} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$

∴ أنيون الملح هو : CO_3^{2-}

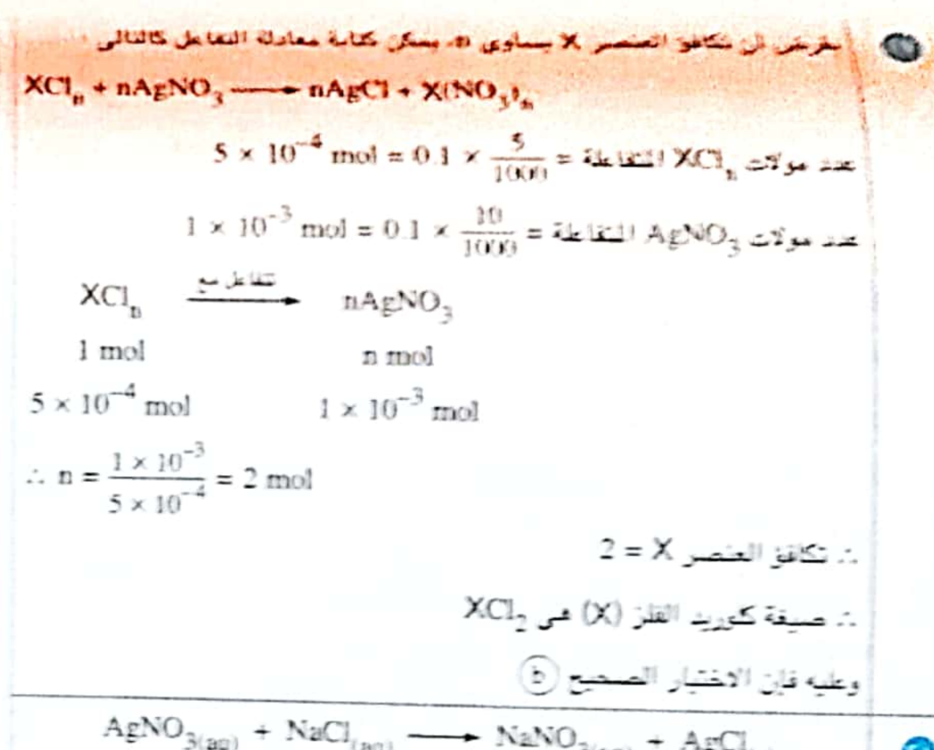
∴ الاختيار الصحيح : (d)

١٧

∵ كاتيون الصوديوم Na^+ لا يُكوِّن رواسب.

∴ الكاتيون (Z) : Na^+

وعليه يستبعد الاختيارين (a) ، (b)



بفرض أن تكافؤ العنصر X يساوى n، يمكن كتابة معادلة التفاعل كالتالى :

$$XCl_n + nAgNO_3 \longrightarrow nAgCl + X(NO_3)_n$$

عدد مولات XCl_n المتفاعلة $= 0.1 \times \frac{5}{1000} = 5 \times 10^{-4}$ mol

عدد مولات $AgNO_3$ المتفاعلة $= 0.1 \times \frac{10}{1000} = 1 \times 10^{-3}$ mol

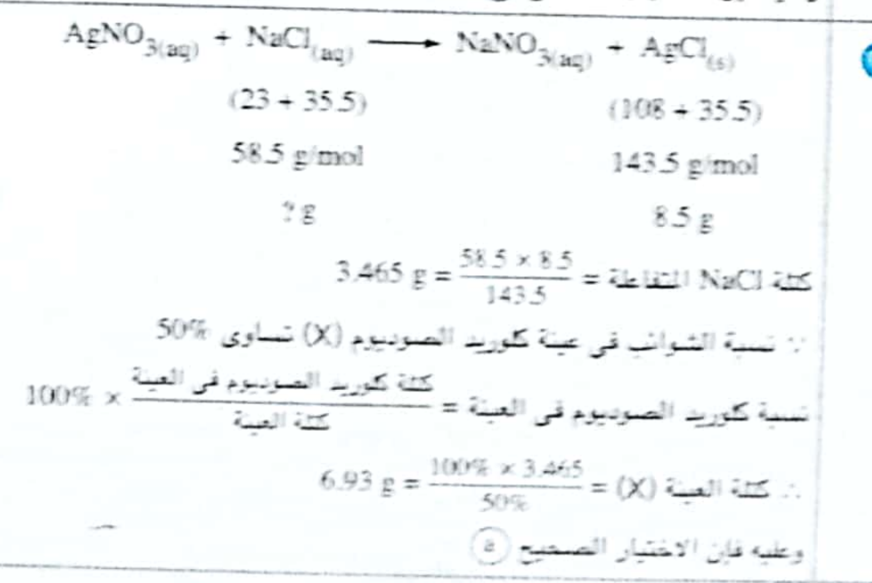
XCl_n	$\xrightarrow{\text{تتفاعل مع}}$	$nAgNO_3$
1 mol		n mol
5×10^{-4} mol		1×10^{-3} mol

$$\therefore n = \frac{1 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-4}} = 2 \text{ mol}$$

∴ تكافؤ العنصر X = 2

∴ صيغة كلوريد الفلز (X) هى XCl_2

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)



28

$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

$NaCl$	$AgCl$
(23 + 35.5)	(108 + 35.5)
58.5 g/mol	143.5 g/mol
? g	8.5 g

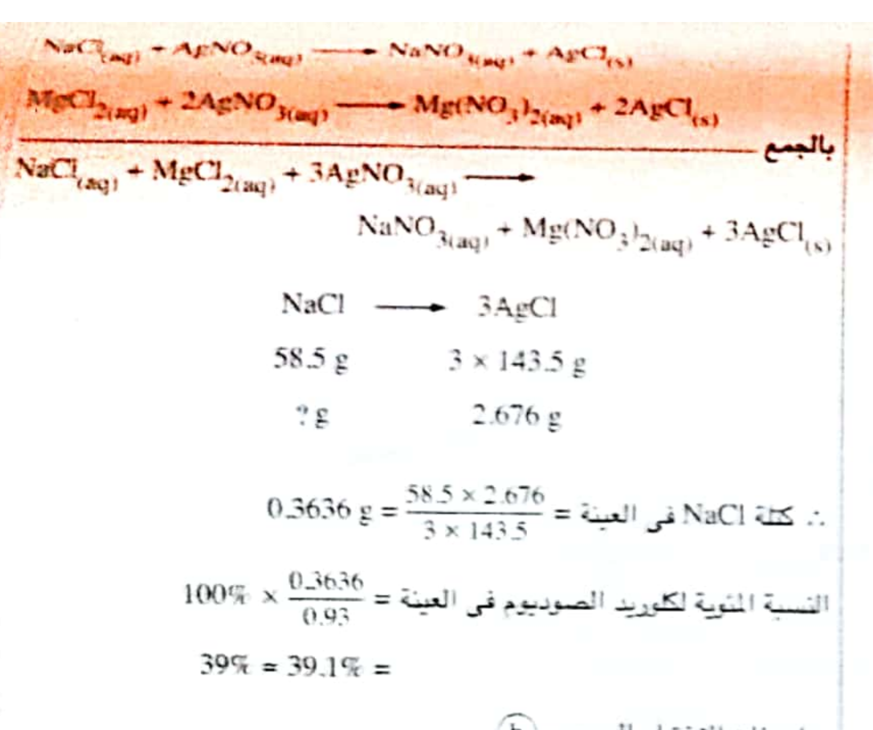
كتلة NaCl المتفاعلة $= \frac{58.5 \times 8.5}{143.5} = 3.465$ g

∵ نسبة الشوائب فى عينة كلوريد الصوديوم (X) تساوى 50%

نسبة كلوريد الصوديوم فى العينة $= \frac{\text{كتلة كلوريد الصوديوم فى العينة}}{\text{كتلة العينة}} \times 100\%$

∴ كتلة العينة (X) $= \frac{100\% \times 3.465}{50\%} = 6.93$ g

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)



$$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

$$MgCl_{2(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Mg(NO_3)_{2(aq)} + 2AgCl_{(s)}$$

بالجمع

$$NaCl_{(aq)} + MgCl_{2(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + Mg(NO_3)_{2(aq)} + 3AgCl_{(s)}$$

$NaCl$	$\longrightarrow$	$3AgCl$
58.5 g		3 × 143.5 g
? g		2.676 g

∴ كتلة NaCl فى العينة $= \frac{58.5 \times 2.676}{3 \times 143.5} = 0.3636$ g

النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم فى العينة $= \frac{0.3636}{0.93} \times 100\%$

$= 39.1\% = 39\%$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

30

∵ دليل الفينولفثالين يكون عديم اللون فى كل من :

- الوسط المتعادل ($NaCl_{(aq)}$ ، $H_2O_{(l)}$).

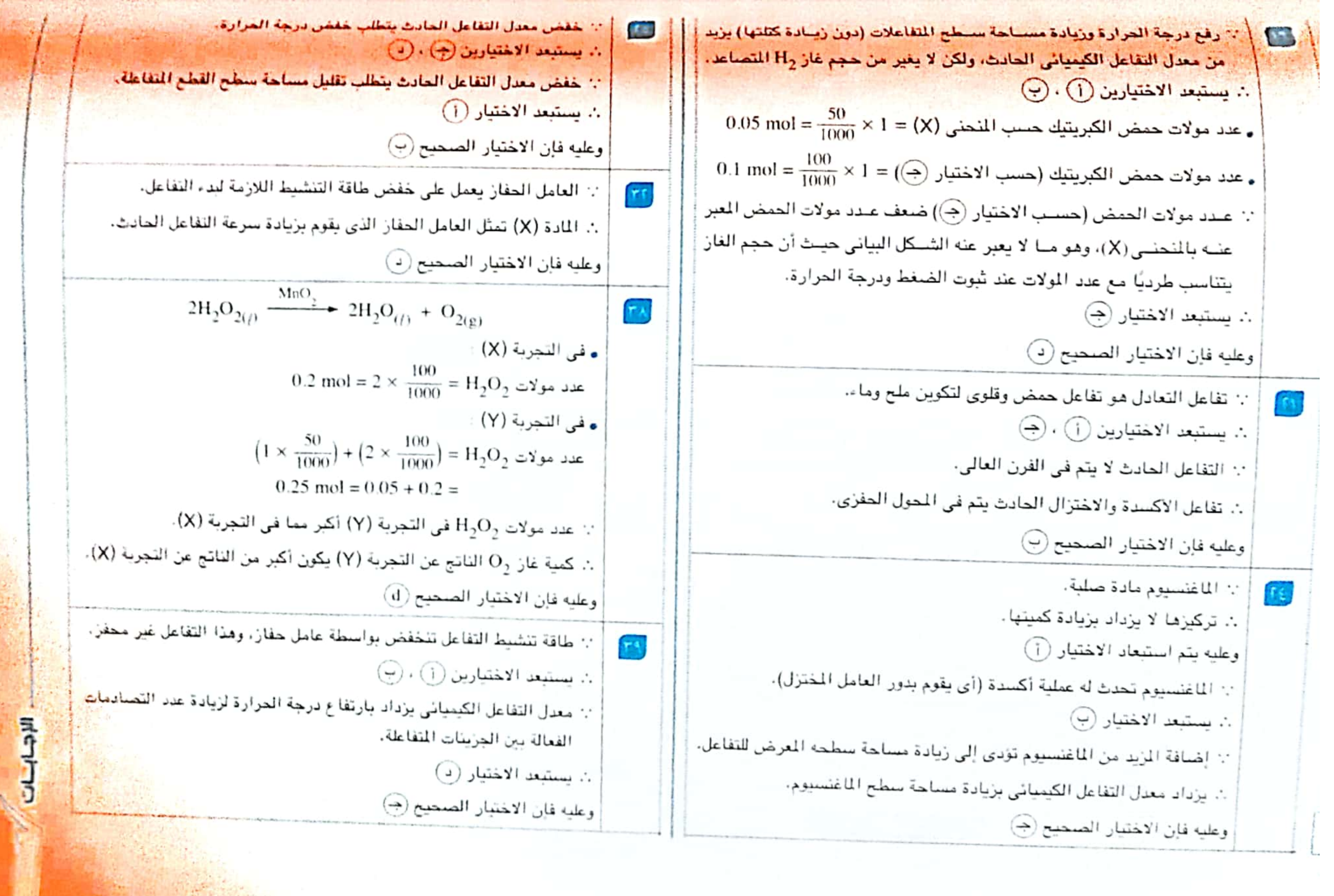
∴ يستبعد الاختيارين (c) ، (d)

- الوسط الحامضى ($HCl_{(aq)}$).

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ يتغير لون دليل الفينولفثالين فى الوسط القاعدى ($KOH_{(aq)}$) إلى الأحمر الوردى.

∴ الاختيار الصحيح (b)



١٩

∵ **رفع درجة الحرارة وزيادة مساحة سطح المتفاعلات (دون زيادة كتلتها) يزيد من معدل التفاعل الكيميائي الحادث، ولكن لا يغير من حجم غاز H_2 المتصاعد.**

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

- عدد مولات حمض الكبريتيك حسب المنحنى $(X) = 1 \times \frac{50}{1000} = 0.05 \text{ mol}$
- عدد مولات حمض الكبريتيك (حسب الاختيار (جـ)) $= 1 \times \frac{100}{1000} = 0.1 \text{ mol}$

∵ عدد مولات الحمض (حسب الاختيار (جـ)) ضعف عدد مولات الحمض المعبر عنه بالمنحنى (X)، وهو ما لا يعبر عنه الشكل البياني حيث أن حجم الغاز يتناسب طرديًا مع عدد المولات عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة.

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

٢١

∵ تفاعل التعادل هو تفاعل حمض وقلوى لتكوين ملح وماء.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (جـ)

∵ التفاعل الحادث لا يتم فى الفرن العالى.

∴ تفاعل الأكسدة والاختزال الحادث يتم فى المحول الحفزى.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٢٤

∵ الماغنسيوم مادة صلبة.

∴ تركيزها لا يزداد بزيادة كميتها.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

∵ الماغنسيوم تحدث له عملية أكسدة (أى يقوم بدور العامل المختزل).

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ إضافة المزيد من الماغنسيوم تؤدى إلى زيادة مساحة سطحه المعرض للتفاعل.

∴ يزداد معدل التفاعل الكيميائى بزيادة مساحة سطح الماغنسيوم.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

∵ **خفض معدل التفاعل الحادث يتطلب خفض درجة الحرارة.**

∴ **يستبعد الاختيارين (جـ) ، (د)**

∵ **خفض معدل التفاعل الحادث يتطلب تقليل مساحة سطح القطع المتفاعلة.**

∴ يستبعد الاختيار (أ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٣٢

∵ العامل الحفاز يعمل على خفض طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل.

∴ المادة (X) تمثل العامل الحفاز الذى يقوم بزيادة سرعة التفاعل الحادث.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

٣٨

$$2H_2O_{2(l)} \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$$

- فى التجربة (X):

عدد مولات $H_2O_2 = \frac{100}{1000} \times 2 = 0.2 \text{ mol}$

- فى التجربة (Y):

عدد مولات $H_2O_2 = \left(\frac{100}{1000} \times 2\right) + \left(\frac{50}{1000} \times 1\right)$

$= 0.2 + 0.05 = 0.25 \text{ mol}$

∵ عدد مولات H_2O_2 فى التجربة (Y) أكبر مما فى التجربة (X).

∴ كمية غاز O_2 الناتج عن التجربة (Y) يكون أكبر من الناتج عن التجربة (X).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

٣٩

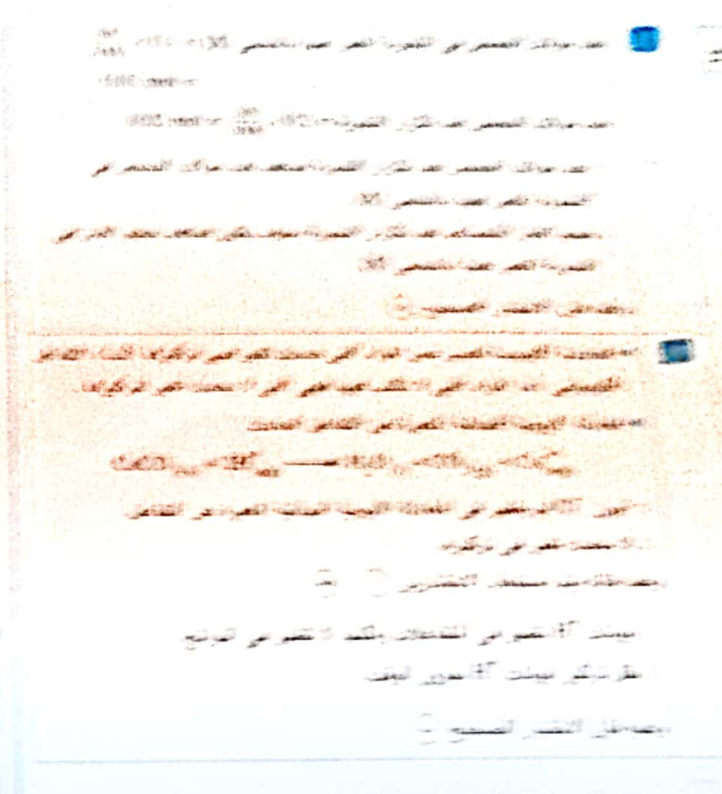
∵ طاقة تنشيط التفاعل تنخفض بواسطة عامل حفاز، وهذا التفاعل غير محفز.

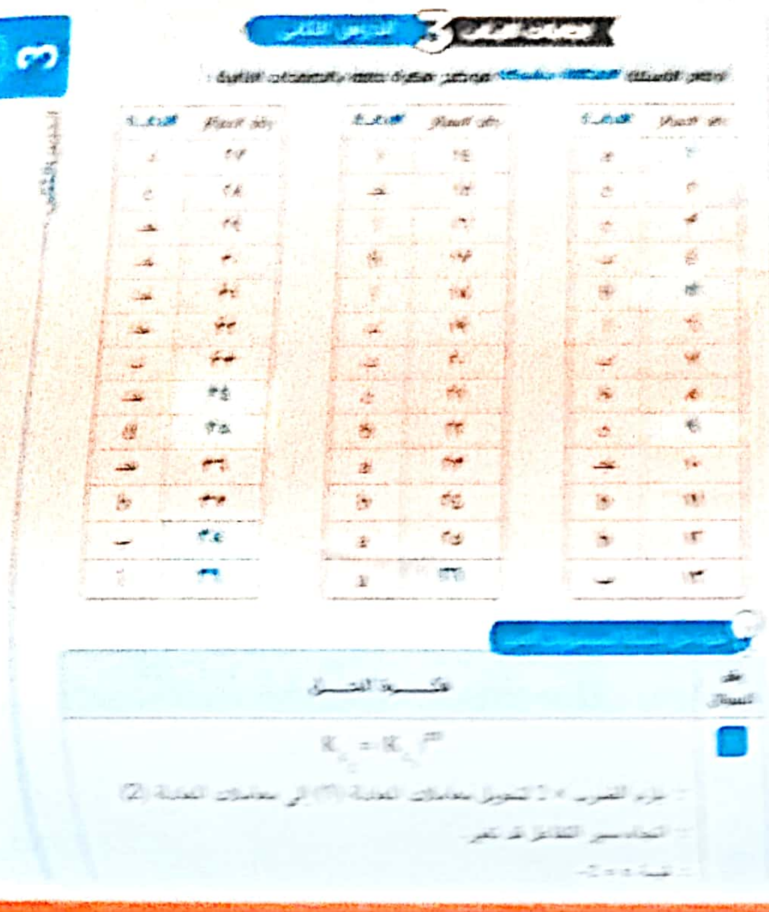
∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ معدل التفاعل الكيميائى يزداد بارتفاع درجة الحرارة لزيادة عدد التصادمات الفعالة بين الجزيئات المتفاعلة.

∴ يستبعد الاختيار (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)





$\therefore K_{p} = (K_{p})^{-2} = \frac{1}{K_p^2}$

∴ الاختيار الصحيح

∵ حالة ثبت الاتزان لا يكتب فيها تركيز المواد الصلبة (ZnS) ، (ZnO).

∴ يستبعد الاختيارين

∵ K_c هي قيمة ثابتة ناتج حاصل ضرب التركيزات المولارية للمواد الناتجة من التفاعل إلى حاصل ضرب التركيزات المولارية للمواد المتفاعلة كل مرفوع لأس يساوي عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة.

∴ يستبعد الاختيار

∴ الاختيار الصحيح

• المعادلة الأصلية : $2NO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{5(g)} \quad K_p = X$

• المعادلة المطلوبة : $2N_2O_{5(g)} \rightleftharpoons 4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \quad K_p = ?$

∵ تم الضرب × 2 لتحويل معاملات المعادلة الأصلية إلى معاملات المعادلة المطلوبة

∴ قيمة n = 2

∵ اتجاه سير التفاعل قد تغير

∴ قيمة n = -2

$\therefore K_p = (K_p)^{-2} = \frac{1}{(K_p)^2} = \frac{1}{(X)^2}$

وعليه فإن الاختيار الصحيح

∵ الضغط الكلي لخليط غازي هو مجموع الضغوط الجزئية لغازاته.

∴ الضغط الكلي لخليط الغازي = $(P_{CO_2}) + (P_{N_2}) + (P_{O_2})$

∴ الضغط الجزئي لغاز CO_2 في هذا الخليط = $32.9 - (23 + 6.6) = 3.3\ kPa$

وعليه فإن الاختيار الصحيح

∵ عدد مولات النواتج $2HI_{(g)}$ أقل من عدد مولات المتفاعلات $H_{2(g)} + I_{2(g)}$

∴ تقل أو زيادة الضغط الجزئي لكل من ... لا يؤثر على اتجاه سير التفاعل بشدة في اتجاه واحد فقط (الطردي أو العكسي)

وعليه يتم استبعاد الاختيارات

∵ زيادة مساحة سطح العامل الحفاز (Pt) تزيد من معدل كل من التفاعلين الطردي والعكسي.

∴ الاختيار الصحيح

∵ عندما تكون قيمة ΔH لتفاعل كيميائي بإشارة سالبة فهذا يعني أنه تفاعل طارد للحرارة

∵ التفاعلات الطاردة للحرارة يكون فيها طاقة المواد الناتجة أقل من طاقة المواد المتفاعلة.

∴ يستبعد الاختيارين

∵ قيمة ΔH تمثل الفرق بين طاقة المواد الناتجة وطاقة المواد المتفاعلة.

∴ يستبعد الاختيار

∴ الاختيار الصحيح

∵ نزع كمية من HI يقلل من تركيزه وهو ما يؤدي إلى زيادة معدل التفاعل في الاتجاه الطردي، أي يزداد تركيزه تدريجياً حتى يصل إلى حالة الاتزان ولكن بتركيز أقل من التركيز الابتدائي.

∴ الاختيار الصحيح

∵ العامل الحفاز يزيد من معدل التفاعل الكيميائي.

∴ يستبعد الاختيارين

∵ العامل الحفاز لا يؤثر في موضع الاتزان لأنه يغير معدل التفاعل الطردي بنفس مقدار التغير في معدل التفاعل العكسي.

∴ يستبعد الاختيار

وعليه فإن الاختيار الصحيح

أرقام الأسئلة **المظللة بشبكة** موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	ب
٢	d
٣	ب
٤	b
٥	ب
٦	a
٧	أ
٨	d
٩	ب
١٠	أ
١١	a
١٢	ب
١٣	أ

رقم السؤال	الإجابة
١٤	ب
١٥	جـ
١٦	b
١٧	a
١٨	b
١٩	d
٢٠	أ
٢١	جـ
٢٢	d
٢٣	d
٢٤	c
٢٥	c
٢٦	د

رقم السؤال	الإجابة
٢٧	c
٢٨	c
٢٩	c
٣٠	b
٣١	b
٣٢	a
٣٣	a
٣٤	c
٣٥	جـ
٣٦	جـ
٣٧	د
٣٨	جـ
٣٩	جـ

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــــرة الحـــــل

٤

$\because [H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$

$\therefore [H_3O^+] = \sqrt{4.3 \times 10^{-7} \times 0.075} = 1.8 \times 10^{-4}\ M$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

٦

$\because \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$

$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-5}}{0.1}} = 0.01$

∴ الاختيار الصحيح : (a)

١٢

∵ الزيادة فى قيمة K_b يتبعها نقص فى قيمة K_a

بحيث يظل حاصل ضرب $K_b \times K_a$ مساويًا لقيمة K_w (1×10^{-14}).

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

١٧

∵ اللُّعاب من القواعد الضعيفة.

∴ وسط تجويف الفم قبل تناول الحلويات يكون قاعديًا.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (b) ، (d)

∵ عند تناول الحلويات تزداد حامضية تجويف الفم ويتم معادلتها باللُّعاب القاعدى

وبعد البلع يعود وسط تجويف الفم إلى القاعدية مرة أخرى بفعل اللُّعاب.

∴ الاختيار الصحيح : (a)

٢٠

الاختيار	تركيز المحلول	$[OH^-]$	$pOH = -\log [OH^-]$	$pH = 14 - pOH$
(أ)	0.005 M	0.005 M	2.3	11.7
(ب)	0.01 M	0.01 M	2	12
(جـ)	0.01 M	0.01 M	2	12
(د)	0.005 M	0.01 M	2	12

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

٢١

عند إضافة NaOH إلى الماء تتكون أيونات $Na^+_{(aq)}$ ، $OH^-_{(aq)}$

∵ إضافة المزيد من أيونات $OH^-_{(aq)}$ للنظام المتزن تجعله ينشط فى الاتجاه العكسى.

∴ يقل تركيز H_3O^+

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ نقص تركيز H_3O^+ فى المحلول يتبعه زيادة فى قيمة pH للمحلول الواحد.

∴ يستبعد الاختيار (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

٢٣

$\because K_w (at\ 100°C) = 49 \times K_w (at\ 25°C)$

$= 49 \times 1 \times 10^{-14}$

$\because [H^+] = \sqrt{K_w}$

$\therefore [H^+] = \sqrt{49 \times 1 \times 10^{-14}} = 7 \times 10^{-7}\ M$

$\therefore pH = -\log (7 \times 10^{-7}) = 6.15$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

٢٤

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-13}$

عدد المولات = التركيز × حجم المحلول باللتر

$10^{-16}\ mol = 10^{-3} \times 10^{-13} =$

عدد أيونات H^+ = عدد مولات الأيونات × عدد أفوجادرو

$6.02 \times 10^{7}\ ion = 6.02 \times 10^{23} \times 10^{-16} =$

∴ الاختيار الصحيح : (c)

٢٥

∵ حمض HCl تام التأين :

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$\therefore [HCl] = [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2}\ M$

∴ عدد مولات HCl = $2 \times 10^{-3}\ mol = \frac{200}{1000} \times 10^{-2}$

∵ NaOH قاعدة تامة التأين :

$$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$\therefore [NaOH] = [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2}\ M$

∴ عدد مولات NaOH = $3 \times 10^{-3}\ mol = \frac{300}{1000} \times 10^{-2}$

∵ 1 mol من HCl يتفاعل مع 1 mol من NaOH، تبعًا للمعادلة

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

∴ عدد المولات المتبقية من NaOH = $(2 \times 10^{-3}) - (3 \times 10^{-3})$

$1 \times 10^{-3}\ mol =$

$\therefore [OH^-] = \frac{1 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{-3}\ M$

$\therefore pOH_{(\text{المخلوط})} = -\log [OH^-] = -\log (2 \times 10^{-3}) = 2.7$

$\because pH = 14 - pOH$

$\therefore pH = 14 - 2.7 = 11.3$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

٣٤

∵ الزيادة فى قيمة pOH يتبعها نقص قيمة pH للمحلول الواحد بحيث يظل مجموعهما دائمًا مساويًا 14

∴ العلاقة بين pOH ، pH للمحلول الواحد علاقة عكسية.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

٣٨

∵ الزيادة فى $[H_3O^+]$ يتبعها نقص فى $[OH^-]$ للمحلول الواحد.

حتى يظل حاصل ضرب تركيزيهما مقدار ثابت (1×10^{-14}).

∴ الاختيار الصحيح : (جـ)

٣٩

∵ الزيادة فى $[H_3O^+]$ يتبعها نقص فى قيمة pH للمحلول الواحد.

تبعًا للعلاقة : $pH = -\log [H_3O^+]$

∴ الاختيار الصحيح : (جـ)

إجابات الباب 3 الدرس الرابع

أرقام الأسئلة المحددة بشكله موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	د
٢	ب
٣	d
٤	أ
٥	د
٦	د
٧	b
٨	أ
٩	c
١٠	جـ
١١	ب
١٢	ب

رقم السؤال	الإجابة
١٣	جـ
١٤	b
١٥	b
١٦	c
١٧	c
١٨	جـ
١٩	b
٢٠	c
٢١	b
٢٢	a
٢٣	جـ
٢٤	أ

رقم السؤال	الإجابة
٢٥	c
٢٦	b
٢٧	a
٢٨	b
٢٩	c
٣٠	d
٣١	c
٣٢	d
٣٣	d
٣٤	c
٣٥	c

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكــــرة الحـــل

٤

∵ قيمة pH للمحلول الذي يتم معايرته كانت قريبة من zero

∴ هذا المحلول يمثل حمض قوي.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (جـ) ، (د).

∵ قيمة pH للمحلول الناتج في نهاية التجربة تساوي 13 (محلول قاعدي).

∴ عملية المعايرة تمت بين حمض قوي وقاعدة قوية.

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

٥

∵ محلول الدورق المخروطي هو الذي يتم معايرته بمحلول السحاحة.

∴ محلول الدورق المخروطي قاعدي (لأن قيمة pH له على الشكل البياني تقترب من 14).

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ب).

$$NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

للوصول إلى نقطة التعادل (7) لابد أن يكون عدد مولات HCl = عدد مولات NaOH

الاختيار	عدد مولات NaOH	عدد مولات HCl
جـ	0.025 mol = 0.5 × 0.05	0.05 mol = 1 × 0.05
د	0.05 mol = 0.5 × 0.1	0.05 mol = 1 × 0.05

∴ الاختيار الصحيح (د)

٦

∵ المحلول الناتج من عملية التعادل قيمة pH له 9

∴ المحلول قاعدي ينشأ من تعادل قلوي قوي مع حمض ضعيف.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ قيمة K_a للحمض الضعيف صغيرة جداً.

∴ الاختيار الصحيح (د)

٧

● الجدول التالي يوضح قيم pH للمحاليل الموضحة بالاختيارات

المركب	NaCl	NH_4Cl	$NaNO_2$	HCl (حمض قوي)
مشتق من	حمض قوي قاعدة قوية	حمض قوي قاعدة ضعيفة	حمض ضعيف قاعدة قوية	
pH للمحلول	7	أقل من 7	أكبر من 7	تقترب من zero

ومنه يمكن ترتيب المحاليل تبعًا لقيم pH كالآتي

$$HCl < NH_4Cl < NaCl < NaNO_2$$

∴ الاختيار الصحيح (b)

١٤

∵ ملح كبريتات الأمونيوم مشتق من حمض قوي (حمض الكبريتيك) وقاعدة ضعيفة (محلول هيدروكسيد الأمونيوم).

∴ إضافة ملح كبريتات الأمونيوم إلى الماء المقطر المتعادل يحوله إلى محلول حامضي.

∵ تركيز أيونات H_3O^+ يساوي تركيز أيونات OH^- في الماء المقطر.

∴ إضافة ملح كبريتات الأمونيوم إلى الماء المقطر سوف يزيد من $[H_3O^+]$ في المحلول وبالتالي سوف يقل $[OH^-]$ فيه.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

١٩

يُعبر عن الاتزان الحادث في المحلول المشبع من ملح فوسفات الخارصين، بالمعادلة التالية :

$$Zn_3(PO_4)_{2(s)} \rightleftharpoons 3Zn^{2+}_{(aq)} + 2PO^{3-}_{4(aq)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

٢١

$$Ca_3(PO_4)_{2(s)} \rightleftharpoons 3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO^{3-}_{4(aq)}$$

1 M	3 M	2 M
	? M	3.3×10^{-7} M

$$[Ca^{2+}] = \frac{3.3 \times 10^{-7} \times 3}{2} = 4.95 \times 10^{-7}\ M$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}]^3\,[PO_4^{3-}]^2 = (4.95 \times 10^{-7})^3\,(3.3 \times 10^{-7})^2 = 1.32 \times 10^{-32}$$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

٢٢

يتكون راسب من AgCl عندما يكون حاصل ضرب تركيزي Ag^+ ، Cl^- أكبر من K_{sp} لملح AgCl

الاختيار	(a)	(b)	(c)	(d)
$[Ag^+][Cl^-]$	$10^{-4} \times 10^{-4}$ $= 10^{-8}$	$10^{-5} \times 10^{-5}$ $= 10^{-10}$	$10^{-6} \times 10^{-6}$ $= 10^{-12}$	$10^{-10} \times 10^{-10}$ $= 10^{-20}$

$\because 10^{-8} > 1.8 \times 10^{-10}$

∴ الاختيار الصحيح (a)

٢٦

∵ المحلول المشبع من AgCl يحتوي على تركيزات متساوية من كل من $Ag^+_{(aq)}$ ، $Cl^-_{(aq)}$

∴ زيادة تركيز أحدهما يؤدي إلى زيادة تركيز الأيون الآخر (علاقة طردية).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٢٧

∵ درجة ذوبان الملح شحيح الذوبان هي تركيز المحلول المشبع منه عند درجة حرارة معينة.

∴ تركيز المحلول المشبع من $Cu(IO_3)_2$ يساوي 3.3×10^{-3} M

$$Cu(IO_3)_{2(s)} \rightleftharpoons Cu^{2+}_{(aq)} + 2IO^-_{3(aq)}$$

X M　　2X M

$$K_{sp} = [Cu^{2+}][IO_3^-]^2$$
$$= (X)(2X)^2$$
$$= 3.3 \times 10^{-3} \times (2 \times 3.3 \times 10^{-3})^2 = 1.4 \times 10^{-7}$$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

٢٩

الكتلة المولية من MnS = 32 + 54.94 = 86.94 g/mol

عدد مولات MnS = $\frac{2.3 \times 10^{-6}}{86.94}$ = 2.6×10^{-8} mol

∵ حجم المحلول 1 L

∴ تركيز المحلول المشبع من MnS = 2.6×10^{-8} M

$$MnS_{(s)} \rightleftharpoons Mn^{2+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$$

$$K_{sp} = [Mn^{2+}][S^{2-}]$$
$$= (2.6 \times 10^{-8}) \times (2.6 \times 10^{-8}) = 6.76 \times 10^{-16}$$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

$$Mg(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

$K_{sp} = [Mg^{2+}][OH^-]^2$

$1.2 \times 10^{-11} = 0.1 \times [OH^-]^2$

$\therefore [OH^-] = \sqrt{\frac{1.2 \times 10^{-11}}{0.1}} = 1.1 \times 10^{-5}\ M$

$pOH = -\log(1.1 \times 10^{-5}) = 4.96$

$\therefore pH = 14 - 4.96 = 9.04$

∴ الاختيار الصحيح : (د)

$$SrCO_{3(s)} \rightleftharpoons Sr^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$$

$\because K_{sp} = [Sr^{2+}][CO_3^{2-}]$

$\therefore 7 \times 10^{-10} = [Sr^{2+}] \times 1.2 \times 10^{-3}$

$\therefore [Sr^{2+}] = \frac{7 \times 10^{-10}}{1.2 \times 10^{-3}} = 5.83 \times 10^{-7}\ M$

$$SrF_{2(s)} \rightleftharpoons Sr^{2+}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$$

$\because K_{sp} = [Sr^{2+}][F^-]^2$

$\therefore 7.9 \times 10^{-10} = 5.83 \times 10^{-7} \times [F^-]^2$

$\therefore [F^-]^2 = \frac{7.9 \times 10^{-10}}{5.83 \times 10^{-7}} = 1.35 \times 10^{-3}$

$\therefore [F^-] = \sqrt{1.35 \times 10^{-3}} = 3.7 \times 10^{-2}\ M$

∴ الاختيار الصحيح : (ج)

$$A_2X_{3(s)} \rightleftharpoons 2A^{3+}_{(aq)} + 3X^{2-}_{(aq)}$$

$(2X)\ M \quad (3X)\ M$

$K_{sp} = (2X)^2(3X)^3 = 1.08 \times 10^{-23}$

$(4X^2)(27X^3) = 108X^5 = 1.08 \times 10^{-23}$

$\therefore X = \sqrt[5]{\frac{1.08 \times 10^{-23}}{108}} = 1 \times 10^{-5}\ M$

• خطوات الحل باستخدام الآلة الحاسبة :

X = shift ⟶ $x^{\blacksquare}$ ⟶ $\sqrt[5]{\ \ }$ ⟶ =

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

$$CaF_{2(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$$

$(X)\ M \quad (2X)\ M$

$K_{sp} = [Ca^{2+}][F^-]^2 = (X)(2X)^2$

$\therefore 1.6 \times 10^{-10} = 4X^3$

$X = \sqrt[3]{\frac{1.6 \times 10^{-10}}{4}} = 3.42 \times 10^{-4}$

عدد مولات CaF_2 = حجم المحلول × المولارية

$= 3.42 \times 10^{-4} \times 2$

$= 6.8 \times 10^{-4}\ mol$

∴ الاختيار الصحيح : (ج)

إجابات أسئلة الامتحانات على الباب 3

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها :

رقم السؤال	الإجابة
١	جـ
٢	أ
٣	جـ
٤	أ
٥	أ
٦	ب
٧	أ
٨	أ

رقم السؤال	الإجابة
٩	جـ
١٠	أ
١١	ب
١٢	ب
١٣	أ
١٤	أ
١٥	أ
١٦	جـ

رقم السؤال	الإجابة
١٧	أ
١٨	جـ
١٩	أ
٢٠	أ
٢١	جـ
٢٢	ب

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل
١٩	• صبغة عباد الشمس يكون لونها أرجوانى (بنفسجى) عند إضافتها إلى محلول متعادل (مثل محلول نترات البوتاسيوم). إما عندما يكون لون صبغة عباد الشمس أزرق فهذا معناه أنه موجود فى وسط قاعدى. وبالتالى فإنه عند إضافتها إلى محلول نترات البوتاسيوم، فإن لونها سيظل كما هو أزرق. وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

إجابات نموذج امتحان على الباب 3

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	ب
٢	c
٣	b
٤	d
٥	أ
٦	b
٧	c
٨	d
٩	d
١٠	c

رقم السؤال	الإجابة
١١	أ
١٢	a
١٣	c
١٤	b
١٥	أ
١٦	ب
١٧	أ
١٨	جـ
١٩	d
٢٠	أ

رقم السؤال	الإجابة
٢١	ب
٢٢	d
٢٣	د
٢٤	b
٢٥	ب
٢٦	ب
٢٧	أ
٢٨	جـ
٢٩	c
٣٠	b

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل
١	∵ يتضح من الشكل البيانى أن تركيز المادة (B) فقط لحظة بداية التفاعل يساوى zero ∴ المادة (B) هى المادة الناتجة فقط من التفاعل الحادث. وعليه يتم استبعاد الاختيارات (أ) ، (جـ) ، (د) ∴ الاختيار الصحيح : (ب)

وضع قطعة من البلاتين في وعاء التفاعل يزيد من معدل تفاعل الماشت.

∴ قطعة البلاتين تقوم بدور العامل الحفاز الذي يقلل من طاقة تنشيط التفاعل الكيميائي.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

∵ إضافة عامل حفاز إلى تفاعل انعكاسي متزن يزيد من معدل التفاعل العكسي بنفس مقدار الزيادة في معدل التفاعل الطردي.

∴ معدل التفاعل الطردي يتناسب طرديًا مع معدل التفاعل العكسي.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

∵ عند إضافة محلول Na_2CO_3 يزداد $[CO_3^{2-}]$ في النظام وهو ما يجعله ينشط في الاتجاه العكسي.

∴ يقل $[Pb^{2+}]$ وتزداد كتلة $PbCO_3$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

من الشكل البياني يتضح حدوث ارتفاع كبير مفاجئ في $[K^+]$ عند الزمن t يعقبه انخفاض تدريجي في كل من $[K^+]$ ، $[CrO_4^{2-}]$.

∵ إضافة KNO_3 إلى خليط التفاعل يؤدي إلى زيادة $[K^+]$ وتبعًا لقاعدة لوشاتيليه فإن التفاعل سوف ينشط في الاتجاه العكسي الذي سوف يقلل من $[K^+]$ وكذلك $[CrO_4^{2-}]$.

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

1 M	2 M
0.005 M	? M

$[H^+] = 0.005 \times 2 = 0.01\ M$

$\because pH = -\log(0.01) = 2$

∴ الاختيار الصحيح : (d)

∵ حمض الهيدروكلوريك من الأحماض القوية.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ المصباح لا يضيء في التجربة (3).

∴ المحلول المستخدم لاإلكتروليت.

∵ حمض الأسيتيك إلكتروليت ضعيف.

∴ يستبعد الاختيار (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∵ قيمة pH عند بداية عملية المعايرة تساوي 11

∴ المحلول الذي سوف تتم عملية معايرته عبارة عن قاعدة ضعيفة.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∵ قيمة pH للحمض الضعيف أكبر من قيمة pH للحمض القوي.

∴ المنحنى (A) يعبر عن معايرة حمض ضعيف

والمنحنى (B) يعبر عن معايرة حمض قوي.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

يُعبر عن K_{sp} لعملية ذوبان $Ba(OH)_2$ في الماء لعمل محلول مشبع منه، بالمعادلة المقابلة :

$$Ba(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

∵ قيمة pH للمحلول المشبع من $Ba(OH)_2$ تساوي 12

$\therefore pOH = 14 - 12 = 2$

$\because [OH^-] = 10^{-pOH}$

$\therefore [OH^-] = 10^{-2} = 0.01\ M$

∵ يتضح من المعادلة السابقة أن عدد مولات Ba^{2+} نصف عدد مولات OH^-

$\therefore [Ba^{2+}] = \frac{0.01}{2} = 0.005\ M$

$\therefore K_{sp} = [Ba^{2+}][OH^-]^2$

$= 0.005 \times (0.01)^2 = 5 \times 10^{-7}$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

إجابات الباب 4 الدرس الأول

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	d
٢	b
٣	أ
٤	جـ
٥	b
٦	جـ
٧	د
٨	c
٩	b
١٠	c
١١	ب
١٢	b
١٣	a
١٤	b
١٥	جـ
١٦	ب
١٧	d
١٨	c
١٩	b
٢٠	d
٢١	ب
٢٢	a

رقم السؤال	الإجابة
٢٣	د
٢٤	أ
٢٥	د
٢٦	د
٢٧	ب
٢٨	ب
٢٩	d
٣٠	c
٣١	b
٣٢	جـ
٣٣	أ
٣٤	ب
٣٥	b
٣٦	c
٣٧	b
٣٨	ب
٣٩	a
٤٠	c
٤١	جـ
٤٢	جـ
٤٣	b
٤٤	د

رقم السؤال	الإجابة
٤٥	د
٤٦	d
٤٧	أ
٤٨	أ
٤٩	ب
٥٠	b
٥١	جـ
٥٢	جـ
٥٣	c
٥٤	d
٥٥	a
٥٦	جـ
٥٧	جـ
٥٨	d
٥٩	ب
٦٠	أ
٦١	أ
٦٢	جـ
٦٣	جـ
٦٤	c
٦٥	د

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل

٢

- **من معطيات السؤال يمكن استنتاج المعلومات المتضمنة بالجدول الآتى :**

	Sn	Ni	Co
جهد الاختزال	– 0.14 V	– 0.26 V	– 0.28 V
جهد الأكسدة	+ 0.14 V	+ 0.26 V	+ 0.28 V

∵ جهد أكسدة Ni أصغر من جهد أكسدة Co

∴ عند غمس ساق من النيكل فى المحلول لا يتغير [Co^{2+}] لعدم حدوث تفاعل أكسدة واختزال تلقائى.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (a) ، (d)

∵ جهد أكسدة Ni أكبر من جهد أكسدة Sn

∴ عند غمس ساق من النيكل فى المحلول يزداد [Ni^{2+}] ويقل [Sn^{2+}].

$$Ni_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)}$$

∴ يتم استبعاد الاختيار (c)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٦

- **فى خلية دانيال :**
- يعمل قطب الخارصين كآنود، تحدث له عملية أكسدة، فتنتقل الإلكترونات منه إلى قطب النحاس.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (د)

- تنتقل كاتيونات النحاس نحو قطب النحاس لتختزل إلى ذرات نحاس تترسب على القطب الذى يعمل ككاثود.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

١٠

المحلول الإلكتروليتى الموجود بالقنطرة الملحية لا تتفاعل أيوناته مع أيًا من أيونات محلولى نصفى الخلية الجلفانية أو مع قطبيها.

∵ أيونات Cl^- تتفاعل مع كل من أيونات Ag^+ ، Pb^{2+} مكونة رواسب.

∴ تستبعد الاختيارات (a) ، (b) ، (d)

∴ الاختيار الصحيح : (c)

١٣

∵ الفلز (X) عامل مختزل أقوى من الفلز (Y).

$$\therefore\ X \longrightarrow X^+ + e^- \quad , \quad Y \longrightarrow Y^+ + e^-$$

X : عامل مختزل أقوى ، X^+ : عامل مؤكسد أضعف ، Y : عامل مختزل أضعف ، Y^+ : عامل مؤكسد أقوى

∴ الاختيار الصحيح : (د)

٢٧

مادة صنع أوانى الحفظ لابد وأن تكون غير قابلة للتفاعل مع المحاليل المحفوظة بها.

∵ جهد اختزال Ag^+ (+0.8 V) > جهد اختزال Cu^{2+} (+0.34 V).

∴ النحاس يمكن أن يختزل أيونات Ag^+ فى محلول $AgNO_3$

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

∵ جهد اختزال Cu^{2+} (+0.34 V) > جهد اختزال Mg^{2+} (–2.37 V).

∴ النحاس لا يمكن أن يختزل أيونات Mg^{2+} فى محلول $Mg(NO_3)_2$ (أى لا يحدث تفاعل بينهما).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٢٩

العامل المختزل هو الذى تحدث له عملية أكسدة، وكلما زاد نصف قطر الأنيون ازدادت قدرته على فقد الإلكترونات وبالتالى تزداد قوته كعامل مختزل.

∵ نصف قطر أنيون I^- أكبر من نصف قطر باقى الأنيونات (Cl^- ، F^- ، Br^-).

∴ الاختيار الصحيح : (d)

٣٤

∵ جهد اختزال (A^+) بقيمة سالبة كبيرة.

∴ جهد أكسدة (A) بقيمة موجبة كبيرة وبالتالى يسهل أكسدته.

$$A \longrightarrow A^+ + e^-$$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٣٥

∵ العنصر (X) لا يحل محل كل من Fe ، Zn فى محاليل أملاحهما ولكنه يحل محل هيدروچين الحمض.

∴ العنصر (X) أقل نشاطًا من كل من Fe ، Zn وأكثر نشاطًا من H

∵ النحاس Cu يلى الهيدروچين H فى سلسلة الجهود الكهروكيميائية.

∴ يمكن أن يحل العنصر (X) محل النحاس فى محلول $CuSO_4$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٥٦

∵ جهد اختزال Fe^{3+} إلى Fe^{2+} أكبر من جهد اختزال I_2 إلى $2I^-$

∴ يعبر عن التفاعل التلقائى الحادث بالمعادلة الآتية :

$$2I^- + 2Fe^{3+} \longrightarrow I_2 + 2Fe^{2+}$$

ومنه يتضح :

- حدوث عملية اختزال لأيونات Fe^{3+}
- حدوث عملية أكسدة لأيونات I^-

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

∵ التفاعل الحادث في خلية الوقود يُعبر عنه بالمعادلة الكيميائية الآتية :

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(v)} + Energy$$

∴ الغاز الآخر المستخدم كوقود هو غاز الأكسجين.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (ب) ، (د)

$2H_{2(g)}$	يتفاعل مع $\longrightarrow$	$O_{2(g)}$
2×22.4 L		22.4 L
1500 L		? L

∴ حجم غاز الأكسجين $= \frac{22.4 \times 1500}{2 \times 22.4} = 750$ L

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

١٤

∵ emf لبطارية الرصاص (12 V) أكبر من emf لبطارية أيون الليثيوم (3 V).

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ بطارية أيون الليثيوم تتميز بقدرتها على تخزين كميات كبيرة من الطاقة مقارنة ببطارية الرصاص.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ بطارية أيون الليثيوم تستخدم في أجهزة التليفون المحمول والكمبيوتر المحمول وكذلك السيارات الكهربية، بينما بطارية الرصاص تستخدم في السيارات فقط.

∴ بطارية أيون الليثيوم أكثر استخدامًا من بطارية الرصاص.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

١٦

∵ MnO_2 عامل مؤكسد ويستخدم في صناعة العمود الجاف.

∴ MnO_2 سوف تحدث له عملية اختزال.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٢٠

∵ الحديد يصدأ بفعل غاز الأكسجين (وليس غازي الهيدروجين أو النيتروجين).

∴ يستبعد الاختيارين (b) ، (c)

∵ معدل صدأ الحديد في وجود غاز الأكسجين يكون أكبر من معدله في الهواء الجوي (يحتوي الهواء الجوي على 21% أكسجين).

∴ يرتفع الماء في الأنبوبة (Z) لمستوى أعلى مما في الأنبوبة (W).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

٣٣

∵ الكروم على درجة عالية من النشاط الكيميائي.

∴ الكروم يُكوِّن طبقة غير مسامية من الأكسيد تمنع صدأ سبيكة الصلب.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

∵ جلفنة الصلب تعني تغطيته بطبقة من الخارصين تعمل كقطب مضحي يتآكل بدلًا من الصلب.

∴ طبقة الخارصين لا تكون في صورة غير مسامية.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٣٤

- **أثناء عملية تآكل الحديد :**
- يُختزل أكسجين الهواء الجوي إلى أيونات OH^- عند الكاثود.

  وعليه يتم استبعاد الاختيار (a)
- يتأكسد الحديد (الأنود) مكونًا أيونات Fe^{2+}

  وعليه يتم استبعاد الاختيار (b)
- تتأكسد أيونات Fe^{2+} بفعل الأكسجين الذائب في الماء مكونة أيونات Fe^{3+}

  وعليه يتم استبعاد الاختيار (d)

∴ الاختيار الصحيح : (c)

٣٥

∵ الخارصين أكثر نشاطًا كيميائيًا من الحديد.

∴ إذا كان الفلز (X) هو الخارصين فإنه سوف يسلك كأنود والحديد سوف يسلك ككاثود.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

∵ الفلز (X) لا يغطي الحديد بشكل كامل.

∴ إذا كان الفلز (X) هو النحاس فإنه لا يعمل كغطاء كاثودي.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (ب)

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل

١

∵ ســاقى الماغنســيوم Mg والنحاس Cu مع حمـض الكبريتيك المخفف H_2SO_4 يشكلوا خلية جلفانية يعمل فيها Mg كقطب سالب، Cu كقطب موجب.

∴ قطب الجرافيت (2) سـوف يعمل كقطب موجب تنتقل إليه أنيونات Cl^- ليحدث لها عملية أكسدة مكونة غاز الكلور Cl_2

$$2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$$

وقطب الجرافيت (1) سوف يعمل كقطب سالب تنتقل إليه كاتيونات Cu^{2+} ليحدث لها عملية اختزال مكونة نحاس Cu

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

٣

$$4NaCl_{(s)} \longrightarrow 4Na^+_{(aq)} + 4Cl^-_{(aq)}$$

$$4H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 4H^+_{(aq)} + 4OH^-_{(aq)}$$

∵ عند القطب السالب تحدث عملية اختزال لكاتيون H^+ (وليس Na^+) لتصاعد غاز عند الكاثود.

$$4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_{2(g)}$$

∴ الغاز (B) : غاز H_2

وعليه فإنه يتم استبعاد الاختيارين (c) ، (d)

∵ عند القطب الموجب تحدث عملية أكسدة لأحد كاتيونى Cl^- أو OH^-

$$4Cl^-_{(aq)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 4e^-$$

$$4OH^-_{(aq)} \longrightarrow O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e^-$$

∵ حجم الغاز (A) = حجم الغاز (B) (لتساوى عدد مولات كل منهما)

∴ الغاز (A) : غاز Cl_2

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

٥

• فـى الخليـة التى يوجد بهـا محلول نترات الفضـة يوجد نوعين مـن الكاتيونات، هما Ag^+ ، H^+

∵ جهد اختزال Ag^+ أكبر من جهد اختزال H^+

∴ يحـدث الاختـزال لأيونـات Ag^+ وبالتالى لـن يتصاعد غـاز الهيدروجين من هذه الخلية.

وعليه يستبعد الاختيارين (c) ، (d)

• فـى الخليـة التى يوجد بها محلول كلوريد الصوديوم يوجد نوعين من الكاتيونات، هما Na^+ ، H^+

∵ جهد اختزال H^+ أكبر من جهد اختزال Na^+

∴ يحـدث الاختزال لأيونات H^+ وبالتالى يتصاعـد غاز الهيدروجين عند القطب السالب (B).

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٨

الأنـود هو القطـب الموجب فى الخلايـا التحليلية وتحدث عنده أو له عملية أكسـدة (فقد إلكترونات).

∵ التفاعلان (1) ، (2) يمثلا عمليتى أكسدة (فقد إلكترونات).

∴ التفاعلان (1) ، (2) يحدثا عند أنود الخلايا التحليلية.

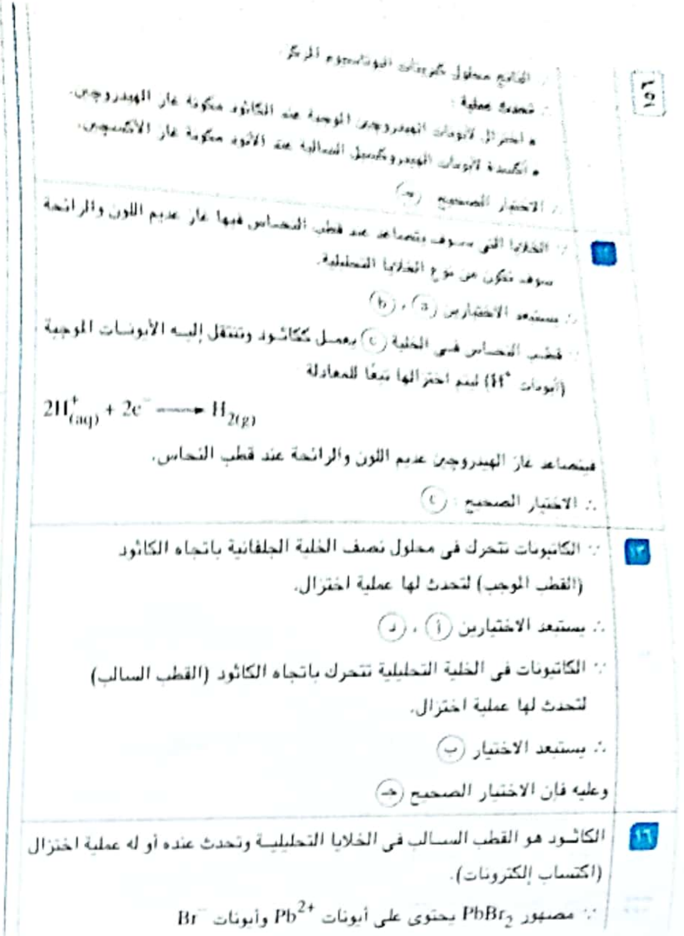
∴ الاختيار الصحيح : (a)

١٠

$$K_2SO_{4(s)} \longrightarrow 2K^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$$2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

$$K_2SO_4 + 2H_2O = 2K^+ + 2H^+ + SO_4^{2-} + 2OH^-$$



١٦١

- الناتج محلول كبريتات البوتاسيوم المركز.
- ∴ تحدث عملية :
- اختزال لأيونات الهيدروجين الموجبة عند الكاثود مكونة غاز الهيدروجين.
- أكسدة لأيونات الهيدروكسيل السالبة عند الأنود مكونة غاز الأكسجين.

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

١٢ ∵ الخلايا التي سوف يتصاعد عند قطب النحاس فيها غاز عديم اللون والرائحة سوف تكون من نوع الخلايا التحليلية.

∴ يستبعد الاختياران (a) ، (b)

∵ قطب النحاس في الخلية (c) يعمل ككاثود وتنتقل إليه الأيونات الموجبة (أيونات H^+) ليتم اختزالها تبعًا للمعادلة

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

فيتصاعد غاز الهيدروجين عديم اللون والرائحة عند قطب النحاس.

∴ الاختيار الصحيح : (c)

١٣ ∵ الكاتيونات تتحرك في محلول نصف الخلية الجلفانية باتجاه الكاثود (القطب الموجب) لتحدث لها عملية اختزال.

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (د)

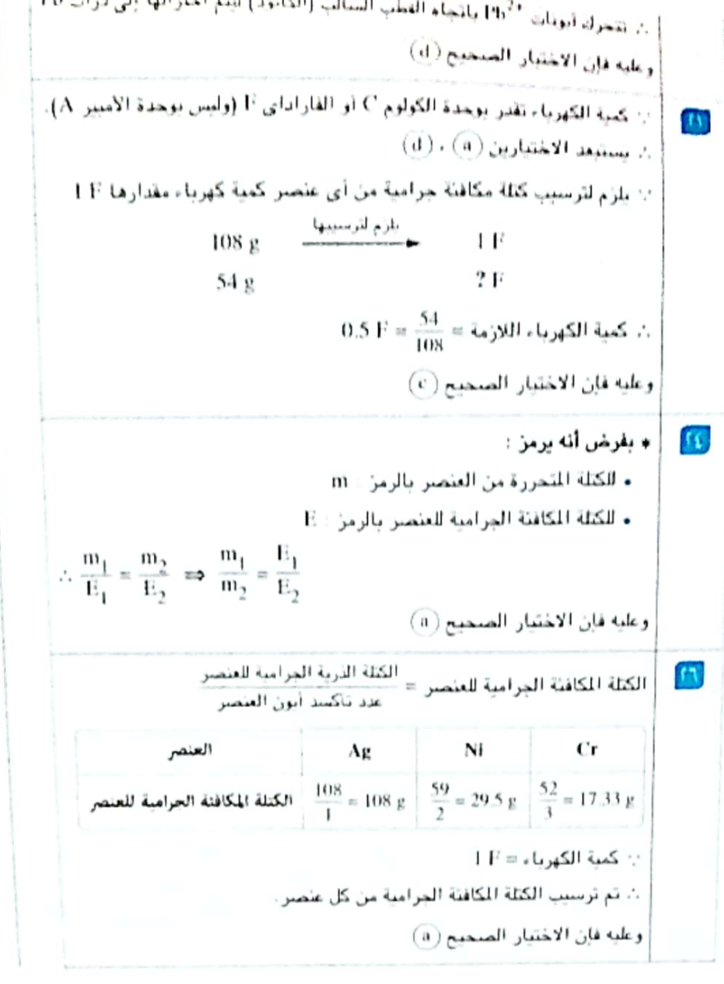
∵ الكاتيونات في الخلية التحليلية تتحرك باتجاه الكاثود (القطب السالب) لتحدث لها عملية اختزال.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

١٤ الكاثود هو القطب السالب في الخلايا التحليلية وتحدث عنده أو له عملية اختزال (اكتساب إلكترونات).

∵ مصهور $PbBr_2$ يحتوي على أيونات Pb^{2+} وأيونات Br^-



∴ تتحرك أيونات Pb^{2+} باتجاه القطب السالب (الكاثود) ليتم اختزالها إلى ذرات Pb

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

١٧ ∵ كمية الكهرباء تقدر بوحدة الكولوم C أو الفاراداي F (وليس بوحدة الأمبير A).

∴ يستبعد الاختياران (a) ، (d)

∵ يلزم لترسيب كتلة مكافئة جرامية من أي عنصر كمية كهرباء مقدارها 1 F

	يلزم لترسيبها	
1 F	⟵	108 g
? F		54 g

∴ كمية الكهرباء اللازمة $= \frac{54}{108} = 0.5\ F$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

١٨ • بفرض أنه يرمز :

- للكتلة المتحررة من العنصر بالرمز m
- للكتلة المكافئة الجرامية للعنصر بالرمز E

$$\therefore \frac{m_1}{E_1} = \frac{m_2}{E_2} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

١٩ الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للعنصر}}{\text{عدد تأكسد أيون العنصر}}$

Cr	Ni	Ag	العنصر
$\frac{52}{3} = 17.33\ g$	$\frac{59}{2} = 29.5\ g$	$\frac{108}{1} = 108\ g$	الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر

∵ كمية الكهرباء = 1 F

∴ تم ترسيب الكتلة المكافئة الجرامية من كل عنصر.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

٢٨ الكتلة المكافئة الجرامية للهيدروجين $= \frac{1}{1} = 1\ g$

الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس $= \frac{63.5}{2} = 31.75\ g$

$$\frac{\text{كتلة الهيدروجين المتصاعدة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للهيدروجين}} = \frac{\text{كتلة النحاس المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس}}$$

كتلة النحاس المترسبة $= \frac{31.75 \times 0.5}{1} \simeq 15.9\ g$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

٣٠

$2Cl^-_{(l)}$	$\longrightarrow$	$Cl_{2(g)}$	+	$2e^-$
		1 mol	يلزم لتصعيده كمية كهرباء ⟶	2F
		35.5×2 g		2×96500 C
		355 g		? C

كمية الكهرباء $= \frac{355 \times 2 \times 96500}{35.5 \times 2} = 965000\ C$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

٣٢

$$2O^{2-}_{(aq)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4e^-$$

1 mol   4 F

يتضح من المعادلة السابقة أنه يلزم لتحرير 1 mol (22.4 L) من غاز الأكسجين كمية من الكهرباء مقدارها 4 F

	يلزم لتحريرها	
22.4 L	⟶	4×96500 C
? L		96500 C

كمية غاز الأكسجين المتحررة $= \frac{22.4 \times 96500}{4 \times 96500} = 5.6\ L$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

٣٤ ∵ كمية كاتيونات النحاس (II) المنتقلة من محلول كبريتات النحاس (II) إلى الكاثود حيث يتم اختزالها، تُعوض بكمية مماثلة من الكاتيونات الناتجة من أكسدة الأنود.

∴ لن يحدث تغير في تركيز محلول كبريتات النحاس (II).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

٣٦ كمية الكهرباء (C) = شدة التيار (A) × الزمن (s)

$= 60 \times 60 \times 3.2 \times 14.4$

$= 165888\ C$

عدد مولات الإلكترونات الناتجة $= \frac{\text{كمية الكهرباء (C)}}{96500}$

$= \frac{165888}{96500} = 1.72\ mol$

∴ الاختيار الصحيح : (c)

٣٧

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

2 mol   2 mol

$$4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_{2(g)}$$

4 F   2 mol

∵ كمية الكهرباء اللازمة لإنتاج 2 mol من H_2 هي نفس كمية الكهرباء اللازمة لتحليل 2 mol من الماء.

	يلزم لانحلال	
4 F	⟶	$2H_2O$
4×96500 C		$2(2 + 16) = 36$ g
? C		36 g

∴ كمية الكهرباء $= 4 \times 96500 = 386000\ C$

الزمن (s) $= \frac{386000}{3} = 128666.7\ s$

الزمن (h) $= \frac{128666.7}{60 \times 60} = 35.74\ h$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

٣٩

$$Mg^{2+}_{(l)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(s)}$$

كمية الكهرباء اللازمة لترسيب كتلة ذرية جرامية (g/atom) من الماغنسيوم $= 2 \times 1\ F = 2\ F$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

كمية الكهرباء (C) = شدة التيار (A) × الزمن (s)

$5790\ C = 60 \times 10 \times 9.65$

كتلة الفلز المترسبة (g) = $\frac{\text{كمية الكهرباء (C)} \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية (g)}}{96500\ (C)}$

الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر = $\frac{96500 \times 3}{5790} = 50\ g$

الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للعنصر}}{\text{عدد تأكسد أيون العنصر}}$

الكتلة الذرية الجرامية للعنصر = $1 \times 50 = 50\ g$

∴ الاختيار الصحيح (c)

كمية الكهرباء (C) = شدة التيار (A) × الزمن (s) = $965 \times 100 = 96500\ C$

الكتلة المكافئة الجرامية للمادة المترسبة (g) = $\frac{\text{الكتلة المترسبة (g)} \times 96500\ (C)}{\text{كمية الكهرباء (C)}}$

الكتلة المكافئة الجرامية للمادة المترسبة (g) = $\frac{96500 \times m}{96500} = m$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

عدد مولات Ag^+ في المحلول = $0.1 \times \frac{200}{1000} = 0.02\ mol$

نصف عدد مولات $Ag^+ = \frac{0.02}{2} = 0.01\ mol$

$1\ mol\ Ag^+ \xrightarrow{\text{يلزم لترسيبها}} 96500\ C$

$0.01\ mol \qquad ?\ C$

∴ كمية الكهرباء = $0.01 \times 96500 = 965\ C$

∴ الزمن (s) = $\frac{\text{كمية الكهرباء (C)}}{\text{شدة التيار (A)}} = \frac{965}{0.1} = 9650\ s = 160.8\ min$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

---

٥٣ الكتلة المكافئة الجرامية من النحاس $\xrightarrow{\text{يلزم لترسيبها}}$ 1 F

(X) كتلة مكافئة جرامية من النحاس $\xrightarrow{\text{يلزم لترسيبها}}$ 2.5 F

عدد الكتل المكافئة الجرامية من النحاس (X) = $\frac{2.5 \times 1}{1} = 2.5$

∴ الاختيار الصحيح ( )

---

٥٤ كمية الكهرباء المارة = $4 \times 30 \times 60 = 7200\ C$

$4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_{2(g)}$

$4\ F \xrightarrow{\text{تنتج}} 2\ mol$

$4 \times 96500\ C \qquad 2 \times 22.4\ L$

$7200\ C \qquad ?\ L$

∴ حجم غاز H_2 الناتج = $\frac{7200 \times 2 \times 22.4}{4 \times 96500} = 0.836\ L$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

---

٥٨ $Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag^0_{(s)}$

$(1\ mol)\ 108\ g\ Ag \xrightarrow{\text{يلزم لترسيبها}} 1\ F$

$1.08\ g\ Ag \qquad ?\ F$

كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 1.08 g من Ag = $\frac{1.08}{108} = 0.01\ F$

$2O^{2-}_{(aq)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4e^-$

$(1\ mol)\ 22400\ mL\ O_2 \xrightarrow{\text{يلزم لتصاعدها}} 4\ F$

$?\ mL\ O_2 \qquad 0.01\ F$

∴ حجم غاز O_2 المتصاعد = $\frac{22400 \times 0.01}{4} = 56\ mL$

∴ الاختيار الصحيح (b)

إجابات الباب 4 الدرس الرابع

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	د
٢	جـ
٣	جـ
٤	جـ
٥	ب
٦	ب

رقم السؤال	الإجابة
٧	أ
٨	د
٩	أ
١٠	جـ
١١	جـ
١٢	د

رقم السؤال	الإجابة
١٣	أ
١٤	d
١٥	ب
١٦	ب

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل
١	الجسم المراد طلائه كهربيًا يوصل بالقطب السالب للبطارية ليعمل ككاثود. وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)
٣	عملية الطلاء الكهربي تعتمد على توصيل الفلز المراد استخدامه في الطلاء (الذهب) بالقطب الموجب للبطارية ليعمل كأنود، وتوصيل الجسم المراد طلائه (الدرع) بالقطب السالب ليعمل ككاثود، ويغمر كل من الأنود والكاثود في محلول مائي من أحد أملاح فلز الأنود (محلول أحد أملاح الذهب). ∴ الاختيار الصحيح (جـ)
٤	∵ عند طلاء المفتاح تزداد الكتلة. ∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ المفتاح له كتلة (لا تساوى صفر).

∴ يستبعد الاختيار (د)

∵ طبقة الطلاء تكون رقيقة جدًا.

∴ كتلتها تكون صغيرة جدًا.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

---

٥ استخلاص الألومنيوم من البوكسيت يتم بعملية تحليل كهربي وليس بعملية تفاعل كيميائي عادى.

∵ العامل الحفاز يستخدم في التفاعلات الكيميائية فقط.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الفلورسبار يستخدم لخفض درجة انصهار مخلوط البوكسيت في الكريوليت بالإضافة إلى إنه يزيد من التوصيل الكهربي للمخلوط.

∴ الفلورسبار يجعل الخليط المنصهر أكثر توصيلًا للكهرباء.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

---

١٠ ∵ الفلورسبار CaF_2 يستخدم لخفض درجة انصهار خام البوكسيت Al_2O_3 المذاب في مصهور الكريوليت Na_3AlF_6

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الأنود عبارة عن عدة أسطوانات من الجرافيت، يلزم تغييرها من وقت لآخر بسبب تآكلها بفعل غاز الأكسجين الناتج من أكسدة أيونات O^{2-}

$$2C_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ مصهور البوكسيت في الكريوليت (الإلكتروليت) يطفو فوق سطح مصهور الألومنيوم.

∴ مصهور الألومنيوم أكبر كثافة من مصهور الإلكتروليت المستخدم.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	جـ
٢	د
٣	b
٤	ب
٥	د
٦	أ
٧	c
٨	b
٩	أ
١٠	b

رقم السؤال	الإجابة
١١	د
١٢	أ
١٣	c
١٤	b
١٥	a
١٦	جـ
١٧	د
١٨	د
١٩	جـ
٢٠	a

رقم السؤال	الإجابة
٢١	د
٢٢	d
٢٣	c
٢٤	c
٢٥	c
٢٦	b
٢٧	d
٢٨	د
٢٩	d
٣٠	د

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل

٣ من تحليل النتائج الموضحة بالجدول يتضح أن :

- الفلز (R) أنشط من الفلز (S).
- الفلز (R) أنشط من الفلز (T).
- الفلز (T) أنشط من الفلز (U).
- الفلز (U) أنشط من الفلز (S).
- الفلز (R) أنشط من الفلز (U).

∵ أنشط هذه الفلزات هو الفلز (R).

∴ يستبعد الاختيارين (c) ، (d)

∵ أقل هذه الفلزات نشاطًا هو الفلز (S).

∴ يستبعد الاختيار (a)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٤ * **من معطيات السؤال يمكن استنتاج المعلومات المتضمنة بالجدول الآتي :**

نصف الخلية	(X)	(Y)
جهد الاختزال القياسى	−1.19 V	−0.14 V
جهد الأكسدة القياسى	+1.19 V	+0.14 V

من الجدول السابق : ∵ جهد أكسدة نصف الخلية (X) هو الأكبر.

∴ القطب (X) يعمل كأنود، تحدث له عملية أكسدة.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

∵ القطب (X) يعمل كأنود، تحدث له عملية أكسدة.

∴ هذا القطب تنتقل الإلكترونات منه إلى القطب (Y) عبر سلك الدائرة الخارجية.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (جـ)

∵ القطب (Y) يعمل ككاثود، تحدث له عملية اختزال.

∴ يستبعد الاختيار (د)

∵ أنيونات القنطرة الملحية تنتقل إلى إلكتروليت نصف الخلية (X) لمعادلة الكاتيونات الزائدة المتواجدة فيه.

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

١٢ * **أثناء عملية تفريغ بطارية أيون الليثيوم :**

- يكون الأنود عبارة عن جرافيت الليثيوم.
  وعليه يتم استبعاد الاختيار (د)
- تنتقل الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود.
  وعليه يتم استبعاد الاختيار (ب)
- تحدث عملية أكسدة لذرات الليثيوم الموجودة فى الأنود (جرافيت الليثيوم LiC_6) متحولة إلى أيونات Li^+ تسرى فى الإلكتروليت باتجاه الكاثود.

$LiC_{6(s)} \xrightarrow{Oxidation} C_{6(s)} + Li^{+}_{(aq)} + e^{-}$

وعليه يتم استبعاد الاختيار (جـ)

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

(١٢) • من معطيات السؤال يمكن استنتاج المعلومات المتضمنة بالجدول الآتى :

	عند الكاثود	عند الأنود
الغاز المتصاعد	H_2	O_2
نسبة عدد مولات الغاز	2 mol	1 mol
كتلة الغاز المتصاعد	2 × 1 × 2 = 4 g	16 × 2 = 32 g
النسبة بين كتلة الغازين	1	8

∴ الاختيار الصحيح : (a)

(١٣) ∵ محلول كبريتات الألومنيوم من الإلكتروليتات القوية.

∴ قراءة الأميتر سوف تكون أكبر ما يمكن قبل إضافة قطرات من NaOH

وعليه يتم استبعاد الاختيار (c)

∵ عند إضافة قطرات من NaOH إلى محلول $Al_2(SO_4)_3$ يحدث ترسيب تدريجى لأيونات Al^{3+}

وهو ما سوف يقلل من توصيل الإلكتروليت للتيار الكهربى.

$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$

∴ تقل قراءة الأميتر (A) تدريجيًا حتى تترسب كل أيونات Al^{3+}

∵ مركب $Al(OH)_3$ يذوب فى وفرة من NaOH

$Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

∴ تعود قراءة الأميتر للازدياد تدريجيًا بزيادة حجم NaOH المضاف.

وعليه يستبعد الاختيارين (a) ، (d)

∴ الاختيار الصحيح : (b)

(١٨) ∵ الألومنيوم المستخلص من خام البوكسيت ينتج من اختزال أيونات Al^{3+}

$Al^{3+}_{(l)} + 3e^{-} \longrightarrow Al_{(l)}$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الفلورسبار يستخدم لخفض درجة انصهار خام البوكسيت المذاب فى مصهور الكريوليت.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الأنود المستخدم عبارة عن أسطوانات من الجرافيت والكاثود عبارة عن الجرافيت المبطن لجسم إناء الخلية المصنوع من الحديد.

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

∵ الأكسجين الناتج من عملية الأكسدة يتسبب فى تآكل أسطوانات الجرافيت :

$\bullet\ 3O^{2-}_{(l)} \longrightarrow \frac{3}{2}O_{2(g)} + 6e^{-}$

$\bullet\ 2C_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + CO_{2(g)}$

∴ يلزم تغيير أسطوانات الجرافيت (الأنود) من وقت إلى آخر.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

(١٩) يتفكك الإلكتروليت «محلول كلوريد النحاس (II)» تبعًا للمعادلة التالية :

$CuCl_{2(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$

فى الخلية (١) : تتأكسد أيونات الكلوريد (Cl^{-}) عند الأنود متحولة إلى غاز الكلور Cl_2 تبعًا للمعادلة

$2Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^{-}$

وبالتالى لا يحدث أى تغير فى كتلة الأنود.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (جـ)

فى الخلية (٢) : تحدث عملية أكسدة لقطب النحاس (Cu).

تبعًا للمعادلة :

$Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$

وبالتالى يتآكل الأنود وتقل كتلته.

∴ الاختيار الصحيح : (د)

إجابات الباب 5 — الدرس الأول

أرقام الأسئلة المحللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	a
٢	b
٣	c
٤	أ
٥	د
٦	جـ
٧	جـ
٨	d
٩	b

رقم السؤال	الإجابة
١٠	ب
١١	d
١٢	d
١٣	جـ
١٤	c
١٥	جـ
١٦	جـ
١٧	d
١٨	b

رقم السؤال	الإجابة
١٩	د
٢٠	ب
٢١	d
٢٢	b
٢٣	أ
٢٤	د
٢٥	b
٢٦	د
٢٧	b

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل
٤	∵ المركب العضوى الحلقى المتجانس هو الذى تحتوى جميع أركان حلقته على عنصر الكربون فقط. ∴ المركب الموضح بالاختيار (أ) من المركبات الحلقية غير المتجانسة. وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)
٥	∵ سيانات الأمونيوم مركب غير عضوى. ∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الهيدروجين الموجود فى المادة العضوية يختزل مركب أكسيد النحاس (II) إلى نحاس وبالتالى تقل كتلته.

$2H + CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(v)}$

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

∵ الكربون الموجود فى المادة العضوية يختزل أكسيد النحاس (II) مكونًا غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق وبالتالى تزداد كتلته.

$C + 2CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Cu_{(s)} + CO_{2(g)}$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

(١٥) ∵ اليوريا يتم إخراجها عن طريق الكلى (وليس الراتنجات أو البوليمرات).

∴ يستبعد الاختيارين (ب) ، (د)

∵ أول من قام بتحضير اليوريا فى المعمل هو العالم فوهلر.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

(١٧) الصيغ البنائية للأيزومرات التى صيغتها الجزيئية C_4H_9Cl :

```
(1)
   H   H   H   H
   |   |   |   |
H -C - C - C - C - Cl
   |   |   |   |
   H   H   H   H

(2)
   H   H   H   H
   |   |   |   |
H -C - C - C - C - H
   |   |   |   |
   H   H   Cl  H

(3)
   H  CH3  H
   |   |   |
H -C - C - C - Cl
   |   |   |
   H   H   H

(4)
   H  CH3  H
   |   |   |
H -C - C - C - H
   |   |   |
   H   Cl  H
```

∴ الاختيار الصحيح : (d)

∵ الصيغة البنائية المقابلة لمركب 2- ميثيل بنتان

```
      H     H   H
      |     |   |
H3C - C  -  C - C - CH3
      |     |   |
     CH3    H   H
```

توضح أنه يتضمن

- 3 ذرات كربون أولية.
- 1 ذرة كربون ثالثية.

∴ الاختيار الصحيح (ب)

١٧ **الصيغة البنائية للمركب**

```
    H   H   H   H   H
    |   |   |   |   |
H - C - C - C - C - C - H
    |   |   |   |   |
    H   H   H   |   H
            H - C - H
                |
            H - C - H
                |
                H
```

حسب تسميته الخطأ :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تتكون من 6 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب : هكسان.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ هناك مجموعة ميثيل متفرعة من الموضع 3

∴ تسمية الأيوباك الصحيحة لهذا المركب : 3 - ميثيل هكسان.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

١٨ ∵ الصيغة العامة للألكانات : C_nH_{2n+2}

∴ الكتلة المولية لهذا الألكان = $12n + 2n + 2 = 72 \text{ g/mol}$

∴ $14n = 70$ ومنها $n = 5$

الألكان الذي يحتوي على 5 ذرات كربون يسمى بنتان.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

١٩ الجدول الآتي يوضح الصيغ البنائية لمتشكلات البروبان أحادية الكلور مفتوحة السلسلة

(2)	(1)
H-C(H)(H)-C(H)(Cl)-C(H)(H)-H	Cl-C(H)(H)-C(H)(H)-C(H)(H)-H

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

٢٠ ∵ المركبات (1) ، (2) ، (4) تتضمن رابطة (O – H) في تركيبها الجزيئي.

∴ يستبعد المركب (3) وعليه يستبعد الاختيارين (c) ، (d)

∵ المركب (2) يتضمن رابطة (C = O) في تركيبها الجزيئي.

∴ يستبعد الاختيار (a)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٢١ ∵ أطول سلسلة كربونية متصلة في المركب (1) تتكون من 6 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب : هكسان.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (a) ، (b)

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة في المركبين (3) ، (4) تتكون من 5 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب : بنتان.

∵ في المركب (3) تتفرع ثلاث مجموعات ميثيل من المواضع : 2، 2، 4

بينما في المركب (4) تتفرع مجموعتين ميثيل فقط من الموضعين 2، 4

∴ يستبعد الاختيار (d)

وعليه فإن الاختيار الصحيح ([illegible])

الإجابات

إجابات الباب 5 — الدرس الثالث

أرقام الأسئلة المظللة بخلفية ملونة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	جـ
٢	d
٣	أ
٤	ب
٥	أ
٦	ب
٧	b
٨	b
٩	جـ
١٠	أ
١١	د
١٢	ب
١٣	د
١٤	جـ
١٥	جـ
١٦	أ
١٧	ب
١٨	c
١٩	a
٢٠	جـ

رقم السؤال	الإجابة
٢١	د
٢٢	ب
٢٣	جـ
٢٤	c
٢٥	c
٢٦	د
٢٧	جـ
٢٨	ب
٢٩	c
٣٠	ب
٣١	a
٣٢	جـ
٣٣	c
٣٤	جـ
٣٥	d
٣٦	أ
٣٧	أ
٣٨	c
٣٩	d
٤٠	a

رقم السؤال	الإجابة
٤١	د
٤٢	د
٤٣	ب
٤٤	أ
٤٥	b
٤٦	ب
٤٧	د
٤٨	ب
٤٩	د

الصيغة العامة للألكانات C_nH_{2n+2}

تم استبدال أحد ذرات الهيدروجين في الألكان بذرة هالوجين X لتصبح هاليد ألكيل.

∴ الصيغة العامة لهاليدات الألكيل $C_nH_{2n+1}X$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تتكون من 7 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب (السلسلة الأساسية) هبتان

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (د)

∵ هناك 3 مجموعات متفرعة من ذرات الكربون 6,3,2

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

الصيغة البنائية لمركب 2,2,3- ثلاثي ميثيل بنتان

توضح أنه يتضمن :

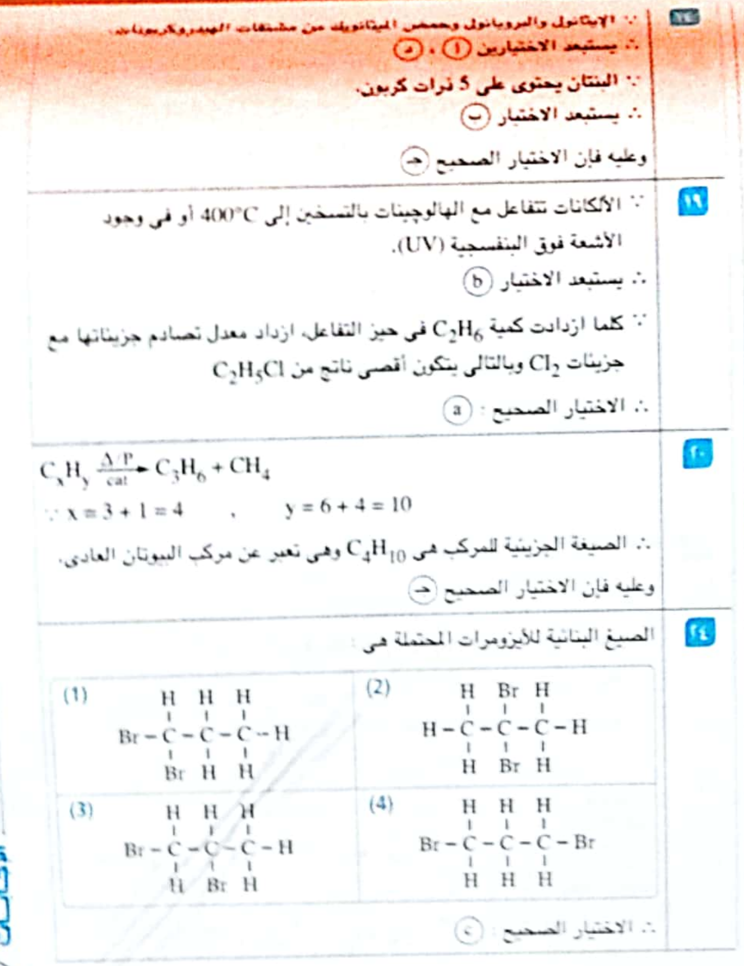
- 5 ذرة كربون أولية.
- 1 ذرة كربون ثانوية.
- 1 ذرة كربون ثالثة.
- 1 ذرة كربون رباعية.

$$\begin{array}{ccccccccc} & H & & CH_3 & & CH_3 & & H & & H & \\ H- & C & - & C & - & C & - & C & - & C & -H \\ & H & & CH_3 & & H & & H & & H & \end{array}$$

∴ الاختيار الصحيح : (d)

فكرة الحل

رقم السؤال	فكرة الحل
١	غاز المستنقعات هو غاز الميثان CH_4 ∵ غاز الميثان من الألكانات وهي مواد غير قطبية لا تذوب في الماء. ∴ يستبعد الاختيار (أ) ∵ الكتلة المولية لغاز الميثان أقل مما لغاز الإيثان وعليه فإنه سوف يكون أكثر تطايرًا منه. ∴ يستبعد الاختيار (ب) ∵ يصعب كسر الروابط سيجما القوية في مركبات الألكانات (مثل الميثان). ∴ الميثان لا يتفاعل مع الهالوجينات بالإضافة. وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)
٥	عند تسخين أسيتات الصوديوم مع الجير الحي يتكون الميثان. $CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$ وبنفس الكيفية يؤدي تسخين بيوتانوات الصوديوم مع الجير الصودي إلى تكوين البروبان. $C_3H_7COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} C_3H_{8(g)} + Na_2CO_{3(s)}$ ∴ الاختيار الصحيح : (أ)
٧	الجازولين من الألكانات السائلة التي تحتوي من 5 : 17 ذرة كربون. ∴ الاختيار الصحيح : (b)
٩	أقل عدد من ذرات الكربون في الألكانات السائلة يساوي 5 ∴ الاختيار الصحيح : (جـ)



∵ الإيثانول والبروبانول وحمض الإيثانويك من مشتقات الهيدروكربونات.

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (د)

∵ البنتان يحتوي على 5 ذرات كربون.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

١٩ ∵ الألكانات تتفاعل مع الهالوجينات بالتسخين إلى 400°C أو في وجود الأشعة فوق البنفسجية (UV).

∴ يستبعد الاختيار (b)

∵ كلما ازدادت كمية C_2H_6 في حيز التفاعل، ازداد معدل تصادم جزيئاتها مع جزيئات Cl_2 وبالتالي يتكون أقصى ناتج من C_2H_5Cl

∴ الاختيار الصحيح : (a)

٢٠ $C_xH_y \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_3H_6 + CH_4$

∵ $x = 3 + 1 = 4$ ، $y = 6 + 4 = 10$

∴ الصيغة الجزيئية للمركب هي C_4H_{10} وهي تعبر عن مركب البيوتان العادي.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

٢٤ الصيغ البنائية للأيزومرات المحتملة هي :

(1)
$$\begin{array}{ccccccc} & H & & H & & H & \\ Br- & C & - & C & - & C & -H \\ & Br & & H & & H & \end{array}$$

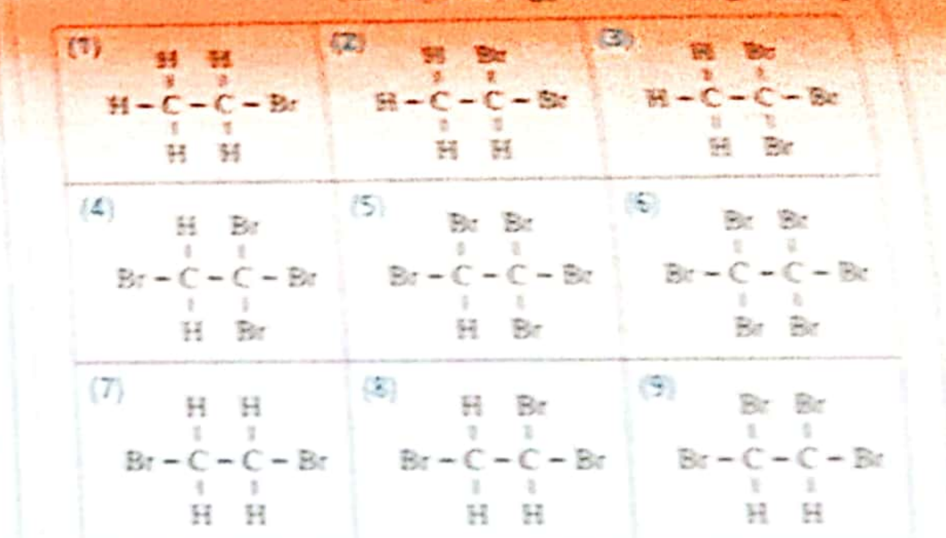
(2)
$$\begin{array}{ccccccc} & H & & Br & & H & \\ H- & C & - & C & - & C & -H \\ & H & & Br & & H & \end{array}$$

(3)
$$\begin{array}{ccccccc} & H & & H & & H & \\ Br- & C & - & C & - & C & -H \\ & H & & Br & & H & \end{array}$$

(4)
$$\begin{array}{ccccccc} & H & & H & & H & \\ Br- & C & - & C & - & C & -Br \\ & H & & H & & H & \end{array}$$

∴ الاختيار الصحيح : (c)

... الآتية توضح نواتج الاستبدال المحتملة عند تفاعل الإيثان مع البروم في وجود الأشعة فوق البنفسجية (UV)



∵ نواتج الاستبدال المحتملة عددها 9

∴ الاختيار الصحيح : (د)

لون الإطارات الأسود يعود إلى إضافة الكربون المجزأ (أسود الكربون) إلى المطاط الأبيض المستخدم بغرض إطالة عمر الإطارات بحمايتها من التآكل.

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

∵ الحصول على أسود الكربون يتم بتسخين الميثان بمعزل عن الهواء عند درجة حرارة 1000°C (تفاعل ماص للحرارة).

$$CH_{4(g)} \xrightarrow[\text{no air}]{1000°C} 2H_{2(g)} + C_{(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الحصول على الغاز المائي يتم بتسخين غاز الميثان مع بخار الماء في وجود عامل حفاز عند درجة حرارة 725°C (تفاعل ماص للحرارة).

$$\underset{\text{ميثان}}{CH_{4(g)}} + H_2O_{(v)} \xrightarrow[\text{cat}]{725°C} \underset{\text{الغاز المائي}}{CO_{(g)} + 3H_{2(g)}}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الحصول على غازي البيوتين والبيوتان معًا يتم بالتكسير الحراري الحفزي للأوكتان (تفاعل ماص للحرارة).

$$\underset{\text{أوكتان}}{C_8H_{18(l)}} \xrightarrow[\text{cat}]{\Delta/P} \underset{\text{بيوتان}}{C_4H_{10(g)}} + \underset{\text{بيوتين}}{C_4H_{8(g)}}$$

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

∵ الحصول على غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وبخار الماء يتم بحرق الميثان ويكون التفاعل مصحوبًا بانطلاق حرارة.

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + \text{Energy}$$

∴ تفاعل احتراق الميثان طارد للحرارة.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

٤٨

∵ هذا التفاعل يتم بالتسخين إلى درجة حرارة 725°C

∴ يستبعد الاختيارين (جـ) ، (د)

∵ عدد مولات الغاز المائي الناتج (4 mol) أكبر من مجموع عدد مولات الميثان وبخار الماء (2 mol).

∴ يزداد معدل التفاعل الطردي بخفض الضغط الخارجي.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∴ يستبعد الاختيارين (ج) ، (د)

∵ مجموعة الإيثيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 2

ومجموعة الميثيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 3

والإيثيل E يسبق الميثيل M في الترتيب الأبجدي.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

١٠

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوي على رابطة مزدوجة في هذا المركب تتكون من 6 ذرات كربون والرابطة المزدوجة تكون مع ذرة الكربون رقم 2

∴ السلسلة الأساسية في هذا المركب

2- هكسين

$$\underset{1}{CH_3}\underset{2}{CH}=\underset{3}{C}-CH_2-CH_3$$
$$\underset{4}{CH_2}\underset{5}{CH_2}\underset{6}{CH_3}$$

∵ مجموعة الإيثيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 3

∴ تسمية الأيوباك للمركب : 3- إيثيل -2- هكسين.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

١٢

∵ محلول هيدروكسيد الصوديوم (X) يقوم بامتصاص أبخرة حمض الكبريتيك المتصاعدة مع غاز الإيثين وهو ما سوف يقلل من $[OH^-]$ في المحلول ولكنه سوف يظل قلويًا ($pH > 7$).

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ج)

∵ غاز الإيثين (Z) لا يذوب في الماء (Y) بالإضافة إلى أنه ليس له خواص حامضية أو قاعدية.

∴ تظل قيمة pH للماء (Y) تساوي 7

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∵ غاز الإيثين أخف من الهواء، فيتجمع الغاز بإزاحة الهواء لأسفل

∴ تستبعد الأداة (Z).

وبالتالي يتم استبعاد الاختيارات (a) ، (b) ، (d)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

١٤

∵ غاز ثاني أكسيد الكربون يذوب في الماء، وبالتالي يرتفع الماء في الأنبوبة التي بها الغاز، وهو ما لم يحدث في الأنبوبة (٢).

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ غاز الإيثين لا يذوب في الماء، وبالتالي لا يرتفع الماء في الأنبوبة التي بها الغاز.

∴ يستبعد الاختيار (ج)

∵ غاز الأمونيا NH_3 أكثر شراهة في الذوبان في الماء عن غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وبالتالي يكون ارتفاع الماء في الأنبوبة التي بها NH_3 أكبر من ارتفاعه في أنبوبة CO_2

∴ يستبعد الاختيار (د)

∵ غاز الميثان لا يذوب في الماء، وبالتالي لا يرتفع الماء في الأنبوبة التي بها الغاز.

∴ الاختيار الصحيح (ب)

١٥

∵ الصيغة البنائية للمركب 2،2- ثنائي ميثيل بروبان هي

$$H_3C-\overset{\overset{\large CH_3}{|}}{\underset{\underset{\large CH_3}{|}}{C}}-CH_3$$

∴ هذا المركب يحتوي على 5 ذرات كربون.

∵ الهدرجة الحفزية للألكينات لا تغير عدد ذرات الكربون في الألكان الناتج.

∴ يستبعد المركب (2)، لأن الألكان الناتج من هدرجته الحفزية يحتوي على 4 ذرات كربون.

ويستبعد المركب (4)، لأن الألكان الناتج من هدرجته الحفزية يحتوي على 6 ذرات كربون.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ج)

١٧ ∵ مركبى C_2H_6 ، C_3H_8 من الألكانات التى لا تتفاعل مع ماء البروم (وإنما تتفاعل مع أبخرة البروم فقط).

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ مركب C_3H_8 من الألكانات ، بينما مركب C_4H_8 من الألكينات.

∴ C_3H_8 لن يتفاعل مع ماء البروم، بينما C_4H_8 يتفاعل معه مسببًا زوال لون البروم الأحمر.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٢٠ ∵ عملية التكسير الحرارى الحفزى تتحول فيها الألكانات ذات السلسلة الكربونية الطويلة إلى جزيئات أصغر (أى يقل الحجم).

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (د)

∵ عملية البلمرة بالإضافة تتفاعل فيها أعداد كبيرة جدًا من جزيئات المونومر غير المشبع لتكوين جزىء بوليمر واحد كبير جدًا (أى يزداد الحجم بمقدار كبير).

∴ يستبعد الاختيار (ج)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٢٥ الصيغة الجزيئية لهذا الهيدروكربون هى :

```
H    H   H   H   H    H
 \   |   |   |   |   /
  C = C - C = C - C = C
 /                     \
H                       H
```

وعند تفاعل هذا المركب مع وفرة من ماء البروم تتكسر الروابط (π) الموجودة فيه مكونة مركب صيغته البنائية هى :

```
    H    H    H    H    H    H
    |    |    |    |    |    |
H - C  - C  - C  - C  - C  - C - H
    |    |    |    |    |    |
    Br   Br   Br   Br   Br   Br
```

∵ الصيغة الجزيئية لهذا المركب هى : $C_6H_8Br_6$

∴ الاختيار الصحيح : (c)

٢٧ الكتلة المولية من البروم $Br_2 = 80 \times 2 = 160\ g/mol$

عدد مولات البروم المتفاعلة $= \frac{24}{160} = 0.15\ mol$

البروم	← يتفاعل مع	الزيت النباتى
0.15 mol		0.05 mol
? mol		1 mol

عدد مولات البروم المتفاعلة مع 1 mol من الزيت النباتى $= \frac{0.15}{0.05} = 3\ mol$

∵ كل مول من البروم يكسر مول من الروابط الثنائية (=).

∴ المول الواحد من الزيت النباتى يحتوى على 3 mol من الروابط الثنائية ($C = C$).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٣٤ ∵ الهيدروكربونات السائلة تحتوى من (5 : 15) ذرة كربون.

∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (b)

∵ تفاعل الهلجنة بالبروم من تفاعلات الكشف عن الرابطة المزدوجة الموجودة فى الألكينات C_8H_{20}

∴ يستبعد الاختيار (c)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

٣٧

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Energy$$

1 mol　3 mol　　2 mol　2 mol

∵ كل 1 mol من C_2H_4 يتفاعل مع 3 mol من O_2

∴ يتبقى 1 mol من غاز O_2 بدون تفاعل.

مجموع أعداد مولات الغازات والأبخرة الموجودة فى وعاء التفاعل

= عدد مولات النواتج + عدد مولات O_2 غير المتفاعل

$= 1\ mol\ O_2 + 2\ mol\ CO_2 + 2\ mol\ H_2O = 5\ mol$

∴ الاختيار الصحيح : (d)

٣٨ معظم تفاعلات الألكينات تتم بالإضافة ومنها تفاعلات :

- إضافة البروم (البرومة «الهلجنة»).

$$H_2C = CH_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2 - CH_2Br_{(l)}$$

- إضافة الهيدروجين (الهدرجة).

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow[150° : 300°C]{Pt\ or\ Ni} C_2H_{6(g)}$$

- إضافة الماء (الهيدرة).

$$C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110°C]{H_2SO_4} C_2H_5OH_{(aq)}$$

∴ الاختيار الصحيح : (د)

٤٠ الكتلة المولية للبوليمر = n × الكتلة المولية للمونومر

∵ الكتلة المولية من الإيثاين $C_2H_2 = (2 \times 12) + 2$

$= 26\ g/mol$

∴ $n = \frac{42000}{26} = 1615.38$

∵ n رقم غير صحيح.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الكتلة المولية من البروبين $C_3H_6 = (3 \times 12) + 6$

$= 42\ g/mol$

∴ $n = \frac{42000}{42} = 1000$

∵ n رقم صحيح ومن خواص البولى بروبلين أنه صلب وقوى.

∴ المونومر المستخدم هو البروبين.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٤١ بلمرة المونومر الموضح بالاختيار (a) بالإضافة تتم حسب المعادلة التالية :

```
  CH3 H            CH3 H        CH3 H              CH3 H   CH3 H
   |  |             |  |         |  |              |  |    |  |
n  C = C   Δ/P→   •C - C•   +  •C - C•   ——→   —[ C - C  - C - C ]—
   |  |    cat      |  |         |  |              |  |    |  |
   H  CH3           H  CH3       H  CH3            H  CH3  H  CH3  n
```

∴ الاختيار الصحيح : (a)

٤٥ ∵ عملية البلمرة بالإضافة ينتج عنها تكوين بوليمر عبارة عن جزىء مشبع كبير فقط.

∴ يستبعد الاختيار (د)

∵ عملية البلمرة بالتكاثف ينتج عنها تكوين بوليمر مشترك وجزىء بسيط كالماء.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ج)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٤٦

CaC_2	→	C_2H_4
$(40 + 2 \times 12) = 64\ g$		$(2 \times 12 + 4) = 28\ g$
64000 g		? g

∴ كتلة الوحدة المتكررة $= \frac{64000 \times 28}{64}$

$= 28000\ g = 28\ kg$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

٤٨ ∵ الخواص الفيزيائية للبوليمر تختلف عنها فى المونومر المكون له.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ج)

∵ الصيغة الجزيئية للبوليمر الناتج من عملية البلمرة بالإضافة تكون مضاعفات الصيغة الجزيئية للمونومر.

∴ يستبعد الاختيار (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∵ يتضح من الشكل أن كل ذرات الكربون تتصل بذرات متماثلة (ذرات فلور).

∴ البوليمر الموضح بالشكل هو التفلون.

∵ التفلون يستخدم فى تبطين أوانى الطهى التى تتعرض لدرجات حرارة مرتفعة أثناء عمليات الطهى بالإضافة إلى عدم تفاعلها مع المواد الغذائية (غير قابل للالتصاق).

∴ تستبعد الاختيارات (أ) ، (ب) ، (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

الكتلة المولية لمركب $C_2H_4 = (12 \times 2) + (1 \times 4) = 28$ g/mol

$\because nC_2H_4 = 4 \times 10^4$ g/mol

$\therefore$ n (عدد مرات تكرار المونومر) $= \frac{4 \times 10^4}{28}$

$= 1428.5$

∴ عدد ذرات الكربون فى الجزىء $= 1428.5 \times 2$

$= 2857$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

إجابات الباب 5 الدرس الخامس

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	جـ
٢	b
٣	c
٤	أ
٥	b
٦	a
٧	جـ
٨	ب

رقم السؤال	الإجابة
٩	أ
١٠	أ
١١	a
١٢	b
١٣	جـ
١٤	c
١٥	ب
١٦	c

رقم السؤال	الإجابة
١٧	b
١٨	b
١٩	c
٢٠	b
٢١	b
٢٢	a
٢٣	ب
٢٤	ب

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل

٤

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على رابطة ثلاثية (≡) فى هذا الألكاين تتكون من 5 ذرات كربون والرابطة الثلاثية تكون مع ذرة الكربون رقم 2

$$CH_3 - C \equiv C - \underset{|}{CH} - CH_3$$
$$\qquad\qquad\qquad CH_3$$

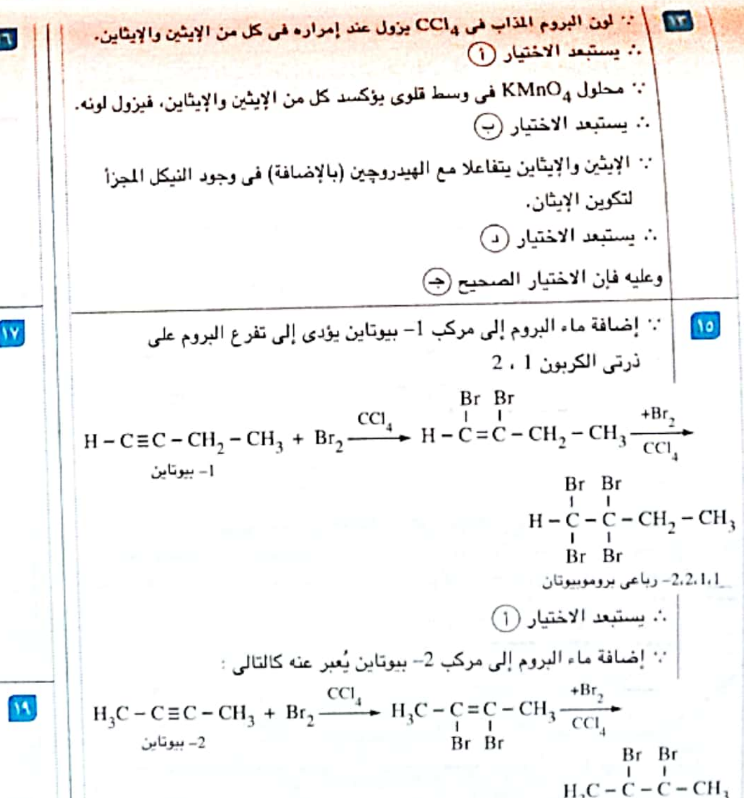
(ترقيم ذرات الكربون: 1، 2، 3، 4، 5)

∴ السلسلة الأساسية لهذا المركب : 2- بنتاين.

∵ مجموعة الميثيل CH_3 - تتفرع من ذرة الكربون رقم 4

∴ تسمية الأيوباك للمركب : 4- ميثيل -2- بنتاين.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)



١٣

∵ لون البروم المذاب فى CCl_4 يزول عند إمراره فى كل من الإيثين والإيثاين.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ محلول $KMnO_4$ فى وسط قلوى يؤكسد كل من الإيثين والإيثاين، فيزول لونه.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الإيثين والإيثاين يتفاعلا مع الهيدروجين (بالإضافة) فى وجود النيكل المجزأ لتكوين الإيثان.

∴ يستبعد الاختيار (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

١٥

∵ إضافة ماء البروم إلى مركب 1- بيوتاين يؤدى إلى تفرع البروم على ذرتى الكربون 1 ، 2

$$\underset{\text{1- بيوتاين}}{H - C \equiv C - CH_2 - CH_3} + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} H - \overset{Br}{C} = \overset{Br}{C} - CH_2 - CH_3 \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} \underset{\text{1,1,2,2- رباعى برومو بيوتان}}{H - \underset{Br}{\overset{Br}{C}} - \underset{Br}{\overset{Br}{C}} - CH_2 - CH_3}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ إضافة ماء البروم إلى مركب 2- بيوتاين يُعبر عنه كالتالى :

$$\underset{\text{2- بيوتاين}}{H_3C - C \equiv C - CH_3} + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} H_3C - \underset{Br}{C} = \underset{Br}{C} - CH_3 \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} \underset{\text{2,2,3,3- رباعى برومو بيوتان}}{H_3C - \underset{Br}{\overset{Br}{C}} - \underset{Br}{\overset{Br}{C}} - CH_3}$$

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

١٦

$$C_xH_y + O_2 \longrightarrow CO_2 + 3H_2O$$

∵ احتراق 1 mol من الهيدروكربون يُكوِّن 3 mol من H_2O

∴ عدد مولات ذرات الهيدروجين فى هذا الهيدروكربون = 6 mol

∴ كتلة الهيدروجين فى مول من المركب = $1 \times 6 = 6$ g

النسبة المئوية للهيدروجين = $\frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{الكتلة المولية من المركب}} \times 100\%$

∴ الكتلة المولية من المركب = $\frac{100\% \times 6}{11.1\%} = 54$ g/mol

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

١٧

∵ الإيثاين يتفاعل مع كل مما يأتى بالإضافة :

• مع HCl :

$$C_2H_{2(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow H_2C = CHCl_{(g)} \xrightarrow{HCl} CH_3 - CHCl_{2(l)}$$

• مع H_2O :

$$C_2H_{2(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60°C]{H_2SO_4(40\%)} CH_3 - CHO_{(l)}$$

• مع Br_2 :

$$C_2H_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH = CHBr_{(l)} \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} Br - \overset{Br}{CH} - \overset{Br}{CH} - Br_{(l)}$$

∴ تستبعد الاختيارات (a) ، (c) ، (d)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

١٩

$$2CH_{4(g)} \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500°C} C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

2 mol	1 mol
(2 × 22.4) L	22.4 L
200 L	? L

∴ حجم غاز الإيثاين = $\frac{200 \times 22.4}{2 \times 22.4} = 100$ L

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

إجابات الباب 5 الدرس السادس

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	ب
٢	جـ
٣	جـ
٤	ب
٥	ب
٦	أ
٧	a
٨	a
٩	a

رقم السؤال	الإجابة
١٠	b
١١	ب
١٢	ب
١٣	جـ
١٤	b
١٥	جـ
١٦	d
١٧	b
١٨	a

رقم السؤال	الإجابة
١٩	b
٢٠	c
٢١	جـ
٢٢	d
٢٣	b
٢٤	a
٢٥	جـ
٢٦	د
٢٧	ب

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل
١	∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على 4 ذرات كربون. ∴ خاتمة اسم المركب : بيوتان. ∵ مجموعة الفينيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 2 ∴ تسمية الأيوباك للمركب : 2– فينيل بيوتان. وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)
٤	∵ الصيغة العامة لهذه الصيغة الجزيئية : C_nH_{2n} ∴ هذه الصيغة الجزيئية تعبر عن ألكين أو ألكان حلقى (وليس عن ألكانات). وعليه يتم استبعاد الاختيارات (أ) ، (جـ) ، (د) ∴ الاختيار الصحيح : (ب)

∵ حمض الإيثانويك ينتج عن أكسدة الأسيتالدهيد.

$$CH_3CHO_{(l)} \xrightarrow{[O]} CH_3COOH_{(l)}$$

أسيتالدهيد — حمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك)

∴ المادة (C) هى أسيتالدهيد.

∵ الأسيتالدهيد ينتج عن الهيدرة الحفزية للإيثاين C_2H_2

$$H-C\equiv C-H_{(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60^{\circ}C]{H_2SO_4(40\%)} CH_3-CHO_{(l)}$$

إيثاين — إيثانال (أسيتالدهيد)

∴ المركب (A) هو الإيثاين C_2H_2

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

إضافة 1 mol من Br_2 إلى هذا المركب، يتسبب فى كسر 1 mol من الرابطة باى ضمن الرابطة الثلاثية (≡) الأكثر نشاطًا من الرابطة الثنائية (=).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

بوليمر PVC يُحضر من البلمرة بالإضافة لمونومرات الكلوروإيثين (كلوريد ڤاينيل)، ومركب كلوريد ڤاينيل يُحضر من تفاعل غاز الإيثاين مع HCl

$$H-C\equiv C-H_{(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=\overset{Cl}{\overset{|}{C}}-H_{(l)}$$

وغاز الإيثاين يُحضر فى المعمل بتنقيط الماء على كربيد الكالسيوم.

$$CaC_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow H-C\equiv C-H_{(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

كربيد الكالسيوم — إيثاين

∵ كربيد الكالسيوم والماء يستخدما فى تحضير الإيثاين المستخدم فى تحضير PVC

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

---

٧ ∵ الصيغ البنائية للأيزومرات التى صيغتها الجزيئية C_4H_8 :

(1)	(2)
$CH_2=CH-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH=CH-CH_3$

(3)	(4)	(5)
$CH_2=C(CH_3)-CH_3$	□	CH_3–△

∴ الاختيار الصحيح : (a)

٨ الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية للألكانات الحلقية التى صيغتها الجزيئية C_5H_{10} :

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
⬠	□–CH_3	△–C_2H_5	CH_3–△–CH_3	H_3C, CH_3 على △

∴ الاختيار الصحيح : (a)

٩ ∵ الصيغتين C_4H_8 ، C_6H_{12} يمكن أن تعبرا عن مركبين من المركبات الحلقية المشبعة.

∴ يستبعد الاختياران (b) ، (d)

∵ الصيغة C_6H_6 تعبر عن مركب أروماتى (البنزين العطرى).

∴ يستبعد الاختيار (c)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

١٠ ∵ أكثر هذه الألكانات الحلقية استقرار هو الهكسان الحلقى (المركب (2)).

∴ يستبعد الاختياران (a) ، (c)

∵ البنتان الحلقى (المركب (4)) أكثر استقرارًا من البيوتان الحلقى (المركب (1)).

∴ يستبعد الاختيار (d)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

١٢ ∵ السيكلوبنتان أكثر استقرارًا من السيكلوبروبان.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الصيغة العامة C_nH_{2n} تعبر عن سلسلتى الألكينات الأليفاتية والألكانات الحلقية.

∴ الصيغة الجزيئية للسيكلوبنتان هى نفس الصيغة الجزيئية للبنتين.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

١٩ ∵ الصيغة الجزيئية للنفثالين : $C_{10}H_8$

∴ الصيغة الأولية للنفثالين : C_5H_4

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

النفثالين

٢١ يلزم تحديد الصيغة البنائية والصيغة الجزيئية لكل مركب، ومن ثم حساب الكتلة المولية لكل منها :

الاختيارات	المركب	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية	الكتلة المولية
(أ)	الطولوين	CH_3–⌬	C_7H_8	(12 × 7) + (1 × 8) = 92 g/mol
(ب)	الأنثراسين	⌬⌬⌬	$C_{14}H_{10}$	(12 × 14) + (1 × 10) = 178 g/mol
(جـ)	النفثالين	⌬⌬	$C_{10}H_8$	(12 × 10) + (1 × 8) = 128 g/mol
(د)	البنزين العطرى	⌬	C_6H_6	(12 × 6) + (1 × 6) = 78 g/mol

∴ الاختيار الصحيح : (جـ)

الأيزومرات المحتملة لهذا المركب، هى :

(2)	(1)
$C_6H_5-CH_2-C_6H_4Cl$ (Cl في الموضع أورثو)	$C_6H_5-\underset{Cl}{\overset{H}{C}}-C_6H_5$
(4)	**(3)**
$C_6H_5-CH_2-C_6H_4-Cl$ (Cl في الموضع بارا)	$C_6H_5-CH_2-C_6H_4Cl$ (Cl في الموضع ميتا)

∴ الاختيار الصحيح : ⓓ

الأيزومرات المحتملة، هى :

(3)	(2)	(1)
$C_6H_4(C_2H_5)_2$ (بارا)	$C_6H_4(C_2H_5)_2$ (ميتا)	$C_6H_4(C_2H_5)_2$ (أورثو)

∴ الاختيار الصحيح : ⓑ

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	د
٢	a
٣	a
٤	c
٥	c
٦	ب
٧	ب
٨	أ
٩	د
١٠	أ
١١	د
١٢	أ
١٣	د
١٤	جـ

رقم السؤال	الإجابة
١٥	جـ
١٦	ب
١٧	b
١٨	d
١٩	ب
٢٠	c
٢١	c
٢٢	جـ
٢٣	a
٢٤	d
٢٥	جـ
٢٦	د
٢٧	ب
٢٨	جـ

رقم السؤال	الإجابة
٢٩	ب
٣٠	أ
٣١	أ
٣٢	جـ
٣٣	a
٣٤	جـ
٣٥	ب
٣٦	د
٣٧	b
٣٨	د
٣٩	د
٤٠	د
٤١	ب
٤٢	جـ

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل
١	∵ مركبى 2- بيوتين ($H_3C-CH=CH-CH_3$)، 1- بيوتين ($H_2C=CH-CH_2-CH_3$) يحتوى الجزىء الواحد من كل منهما على رابطة واحدة مزدوجة ورابطتين أحاديتين بين ذرات الكربون.

∴ الروابط بين ذرات الكربون لن تكون متساوية الطول.

وعليه يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓙ

∵ مركب البروباين ($HC\equiv C-CH_3$) يحتوى الجزىء الواحد منه على رابطة واحدة ثلاثية ورابطة واحدة أحادية بين ذرات الكربون.

∴ الروابط بين ذرات الكربون لن تكون متساوية الطول.

وعليه يستبعد الاختيار (ب)

∵ الروابط الستة بين ذرات الكربون فى جزىء البنزين متماثلة وطولها وسط بين طول الرابطة الأحادية وطول الرابطة المزدوجة.

∴ الروابط فى جزىء البنزين تكون متساوية الطول.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

٥ ∵ الزاوية بين روابط ذرتى الكربون فى جزىء الإيثاين C_2H_2 الخطى تساوى $180°$ وبين روابط ذرتى الكربون فى أى ألكان عادى (كالإيثان) تساوى $109.5°$

∴ مقدار الزاوية بين روابط ذرات كربون جزىء البنزين سوف تكون أقل من $180°$ وأكبر من $109.5°$

وعليه فإن الاختيار الصحيح ⓒ

٨ المركبات الأروماتية مثل البنزين العطرى تنتج من التقطير التجزيئى لقطران الفحم والذى ينتج من التقطير الإتلافى للفحم الحجرى.

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

٩ البنزين ينتج من البلمرة الثلاثية للإيثاين C_2H_2

$$\underset{\text{إيثاين}}{3C_2H_{2(g)}} \xrightarrow[\text{Ni tube}]{\text{red hot}} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}}$$

∴ الاختيار الصحيح : (د)

١٠ يظهر دور العامل المختزل فى التفاعلات الكيميائية و الكهروكيميائية، بينما عملية الجلفنة يتم فيها تغطية أسطح الفلزات بطبقة من الخارصين لحمايتها من الصدأ.

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

١١ ∵ البنزين يُحضر من التقطير الجاف لملح بنزوات الصوديوم فى وجود الجير الصودى.

$$\underset{\text{بنزوات الصوديوم}}{C_6H_5COONa_{(s)}} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}} + Na_2CO_{3(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ البنزين يُحضر من الهكسان العادى بطريقة إعادة التشكيل المحفز.

$$\underset{\text{هكسان عادى}}{CH_3-(CH_2)_4-CH_{3(l)}} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}} + 4H_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ البنزين يُحضر من إمرار بخار الفينول على مسحوق الزنك الساخن.

$$\underset{\text{فينول}}{C_6H_5OH_{(v)}} + Zn_{(s)} \xrightarrow[\text{reduction}]{\Delta} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}} + ZnO_{(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

١٢ بنفس كيفية طريقة إعادة التشكيل المحفز للهكسان العادى :

$$\underset{\text{هكسان عادى}}{CH_3-(CH_2)_4-CH_{3(l)}} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}} + 4H_{2(g)}$$

فإنه يمكن إعادة التشكيل المحفز للهبتان العادى (C_7H_{16}) والأوكتان العادى (C_8H_{18}) بنزع 4 mol من H_2 من جزىء كل منهما، كالتالى :

$\bullet C_7H_{16} \xrightarrow[Pt]{\Delta}$ (حلقة بنزين بها CH_3) $+ 4H_2$

طولوين

$\bullet C_8H_{18} \xrightarrow[Pt]{\Delta}$ (حلقة بنزين بها C_2H_5) $+ 4H_2$

إيثيل بنزين

∴ الاختيار الصحيح (أ)

∵ مجموعات الألكيل توجه للموضعين أرثو و بارا.

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (جـ)

∵ يسهل حدوث تفاعلات الإحلال فى البنزين

∴ عند ارتباط إحدى ذرات الكربون فى البنزين بمجموعة ميثيل، فإنه يسهل تفاعل هذا المركب بالإحلال.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

يتضح من الصيغة البنائية المقابلة للجامكسان أن كل الروابط فيه من النوع سيجما.

∴ الاختيار الصحيح (d)

∵ مركب DDT يستخدم كمبيد حشرى وهو من مركبات هاليدات الأريل وليس من (الهالوألكانات الحلقية).

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الجامكسان يستخدم كمبيد حشرى وهو عبارة عن مركب سداسى كلوروهكسان حلقى.

∴ الجامكسان من مركبات الهالوألكانات الحلقية المستخدمة كمبيدات حشرية.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∵ كل من مجموعات $-OH$ ، $-CH_3$ ، $-Cl$ موجهة للموضعين أرثو و بارا.

∴ الاختيار الصحيح : (c)

∵ ماء البروم يتفاعل مع الإيثين بالإضافة مما يتسبب فى زوال لونه.

$$H_2C=CH_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2-CH_2Br_{(l)}$$

إيثين — 2،1- ثنائى بروموإيثان (عديم اللون)

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (د)

∵ الإلكترونات الستة فى حلقة البنزين العطرى لا تتمركز عند ذرات كربون معينة، وبالتالى لا تتمركز الروابط المزدوجة داخل الحلقة وهو ما يؤدى إلى ثبات حلقة البنزين.

∴ لا يتفاعل البنزين مع ماء البروم بالإضافة.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

هدرجة البنزين العطرى تُكون الهكسان الحلقى.

$$C_6H_{6(l)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_6H_{12(l)}$$

بنزين — هكسان حلقى

∵ الهكسان الحلقى من المركبات التى تتميز بثبات واستقرار يقارب استقرار الهكسان العادى.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ مقدار الزاوية الداخلية بين كل رابطتين فى الهكسان الحلقى تقترب من $109.5°$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الصيغة الجزيئية للهكسان الحلقى : C_6H_{12}

∴ صيغته الأولية : CH_2

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

---

٣٦ تفاعل (فريدل/كرافت) يتم فيه استبدال ذرة هيدروجين فى حلقة البنزين بمجموعة ألكيل مثل $-CH_3$ أو $-C_2H_5$

∴ الاختيار الصحيح : (a)

٣٧ لتحقيق الصيغة البنائية لمركب DDT المقابلة، يلزم نزع ذرة الهيدروجين المرتبطة بذرة الكربون رقم 4 فى جزيئين من الكلوروبنزين واستبدالهما معًا بمجموعة $CCl_3-\overset{|}{\underset{|}{C}}-H$ وذلك بالارتباط بذرة أكسجين مركب CCl_3-CHO

$$2Cl-C_6H_5 + CCl_3-CHO \longrightarrow (Cl-C_6H_4)_2CH-CCl_3 + H_2O$$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

إجابات الباب 5 الدرس الثامن

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	ب
٢	a
٣	جـ
٤	ب
٥	د
٦	c
٧	جـ
٨	ب
٩	ب
١٠	د
١١	b
١٢	b
١٣	a
١٤	c
١٥	b
١٦	b
١٧	أ

رقم السؤال	الإجابة
١٨	د
١٩	جـ
٢٠	د
٢١	جـ
٢٢	أ
٢٣	جـ
٢٤	أ
٢٥	د
٢٦	جـ
٢٧	أ
٢٨	ب
٢٩	د
٣٠	d
٣١	ب
٣٢	أ
٣٣	a
٣٤	b

رقم السؤال	الإجابة
٣٥	c
٣٦	جـ
٣٧	b
٣٨	أ
٣٩	جـ
٤٠	ب

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل

الجدول التالى يوضح المجموعات الفعالة للمركبات الأربعة :

الاختيارات	(أ)	(ب)	(جـ)	(د)
المركبات	الكيتونات	الألدهيدات	الكحولات	الإثيرات
المجموعة الفعالة	$-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-$	$-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-H$	$-\underset{\|}{\overset{\|}{C}}-OH$	$-\underset{\|}{\overset{\|}{C}}-O-\underset{\|}{\overset{\|}{C}}-$

∴ الاختيار الصحيح : (جـ)

يتضح من الصيغة البنائية لكل من اليوريا والأسيتون، أن كلاهما يحتوى على مجموعة كربونيل ($>C=O$).

الأسيتون: $CH_3-CO-CH_3$ ، اليوريا: $H_2N-CO-NH_2$

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

المعادلة الآتية تعبر عن الهيدرة الحفزية للبروباين :

$$H_3C-C\equiv CH + H-OH \xrightarrow[HgSO_4/60°C]{H_2SO_4(40\%)} [CH_3-C(OH)=CH_2] \xrightarrow{\text{إعادة ترتيب}} CH_3-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-CH_3$$

بروباين — مركب غير مستقر — البروبانون

∴ الاختيار الصحيح : (د)

الصيغة العامة للألكانات : C_nH_{2n+2}

∵ الأمينات الأولية تشتق من الألكانات باستبدال ذرة هيدروجين بمجموعة أمين $-NH_2$

$$R-H \xrightarrow[+NH_2]{-H} R-NH_2$$

ألكان — أمين أولى

∴ الصيغة العامة للأمينات الأولية : $C_nH_{2n+1}NH_2$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية للأيزومرات التى صيغتها الجزيئية $C_4H_{10}O$

(1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	(2) $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$
(3) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$	(4) $CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_3$
(5) $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$	(6) $CH_3-CH_2-CH_2-O-CH_3$
(7) $CH_3-CH(CH_3)-O-CH_3$	

وعليه فإن الاختيار الصحيح : (c)

الصيغة الجزيئية للبيوتانول : C_4H_9OH

الجدول التالى يوضح أيزومرات البيوتانول التى صيغتها الجزيئية $C_4H_{10}O$

(1)	(2)	(3)
$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$	$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$	$CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_3$

∴ الاختيار الصحيح : (b)

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية والصيغ الجزيئية لخمسة مركبات تحمل نفس عدد ذرات الكربون من السلاسل المتجانسة المختلفة الموضحة بالسؤال.

ألدهيد	كيتون	إثير	كحول	حمض كربوكسيلى
CH_3CH_2CHO	CH_3COCH_3	$CH_3CH_2OCH_3$	$CH_3CH_2CH_2OH$	CH_3CH_2COOH
C_3H_6O	C_3H_6O	C_3H_8O	C_3H_8O	$C_3H_6O_2$

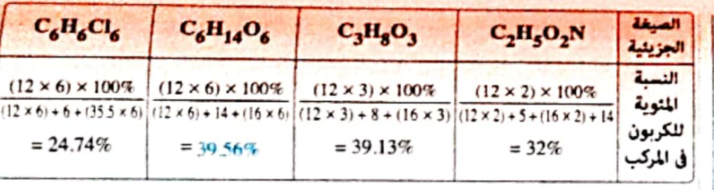
∵ الأيزومرات تتفق فى نفس الصيغة الجزيئية وتختلف فى الصيغة البنائية.

∴ الكيتونات تعتبر أيزومرات للألدهيدات التى لها نفس عدد ذرات الكربون.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

الجـدول الآتـى يوضـح الصيغ الكيميائية للمركبات الأربعة و النسـبة المئوية الكتلية للكربون فى كل منها :

المركب	الجلايسين	الجليسرول	السوربيتول	الجامكسان
الصيغة البنائية	H_2N-CH_2-COOH	$CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$	$CH_2OH-(CHOH)_4-CH_2OH$	$C_6H_6Cl_6$ (حلقة)



الصيغة الجزيئية	$C_2H_5O_2N$	$C_3H_8O_3$	$C_6H_{14}O_6$	$C_6H_6Cl_6$
النسبة المئوية للكربون فى المركب	$\frac{(12\times2)\times100\%}{(12\times2)+5+(16\times2)+14}$ = 32%	$\frac{(12\times3)\times100\%}{(12\times3)+8+(16\times3)}$ = 39.13%	$\frac{(12\times6)\times100\%}{(12\times6)+14+(16\times6)}$ = 39.56%	$\frac{(12\times6)\times100\%}{(12\times6)+6+(35.5\times6)}$ = 24.74%

∵ النسبة المئوية الكتلية للكربون فى السوربيتول هى الأكبر.

∴ الاختيار الصحيح : (جـ)

الصيغة البنائية لهذا المركب : $Cl-CCl_2-CH_2-CHO$

∵ ذرة كربون المجموعة الفعالة $-CHO$ تأخذ رقم 1

∴ ذرات Cl تتفرع من ذرة الكربون رقم 3

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

الصيغة الجزيئية للجليسرول : $C_3H_8O_3$

وفيما يلى الصيغ الجزيئية للمركبات الأربعة الموضحة بالاختيارات :

الجليسرول: $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$

الاختيارات	(a)	(b)	(c)	(d)
الصيغة الجزيئية	$C_3H_8O_3$	$C_3H_8O_3$	$C_3H_8O_3$	$C_3H_6O_3$

∵ الصيغة الجزيئية للمركب الموضح بالاختيار (d) ليست $C_3H_8O_3$

∴ هذا المركب لا يعتبر من أيزومرات الجليسرول.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

فكـــرة الحـــل	رقم السؤال

∵ الإيثانول يحضر من الجلوكوز بعملية التخمر الكحولى.

$$\underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{zymase enzyme}]{\text{yeast}} \underset{\text{إيثانول}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2$$

∴ يستبعد الاختيارين (ب) ، (د)

∵ الإيثانول يحضر من الإيثين بإضافة الماء فى وجود عامل حفاز.

$$C_2H_4 + H_2O \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} \underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH}$$

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

∵ بروميد الإيثيل لا يتفاعل مع أيًا من الإيثانول أو حمض H_2SO_4 المخفف.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ بروميد الإيثيل يتفاعل مع KOH المائية مكونًا الإيثانول الذى يستخدم فى تحضير غاز الإيثيلين.

- $C_2H_5Br_{(l)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_2H_5OH_{(aq)} + KBr_{(aq)}$
- $C_2H_5OH \xrightarrow[180^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$

∴ الاختيار الصحيح (جـ)

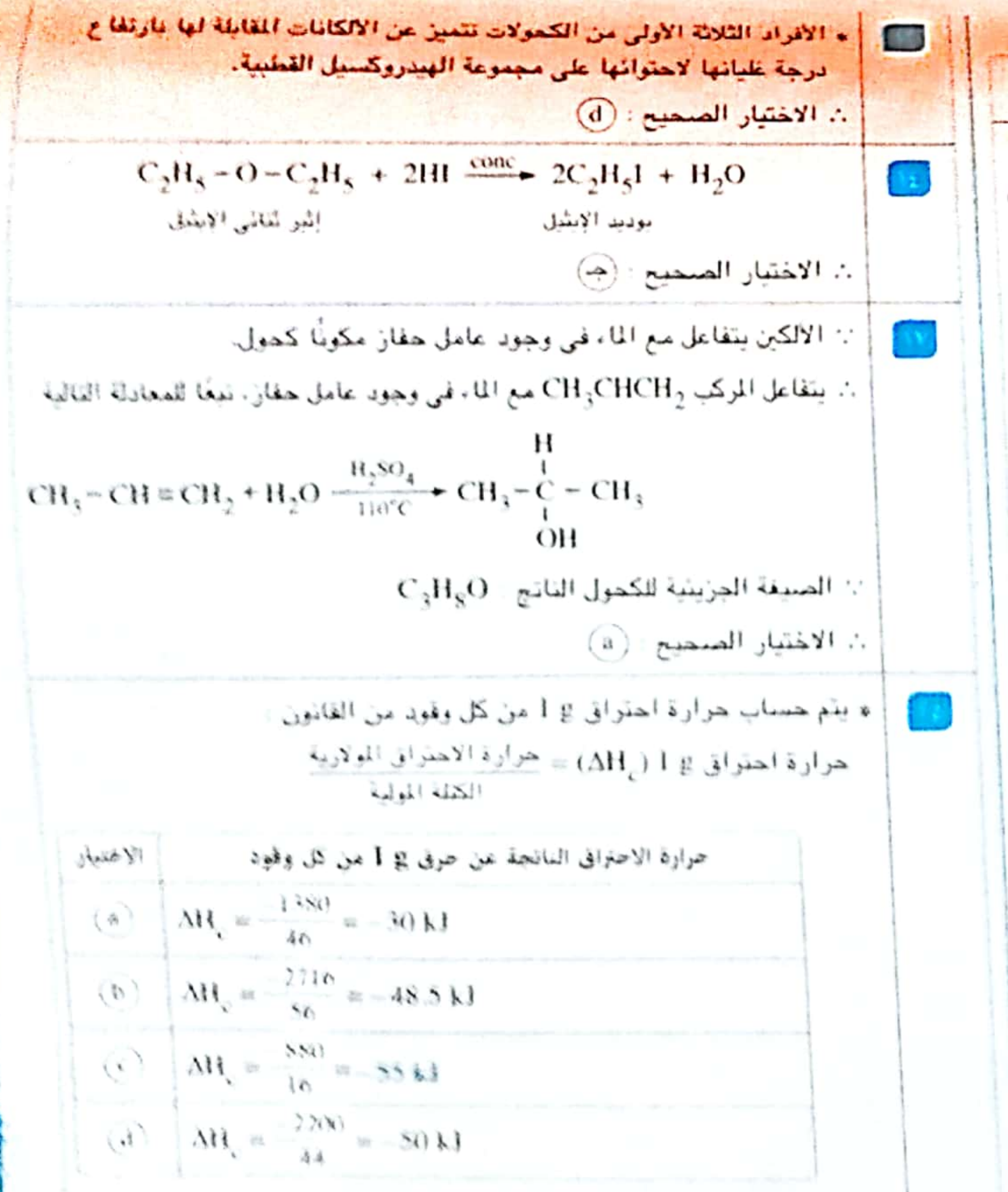
∵ الإيثانول سائل خفيف سهل التطاير.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ درجة غليان الإيثانول 78°C ، بينما درجة غليان الماء 100°C

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)



• الأفراد الثلاثة الأولى من الكحولات تتميز عن الألكانات المقابلة لها بارتفاع درجة غليانها لاحتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية.

∴ الاختيار الصحيح (d)

$$\underset{\text{إثير ثنائى الإيثيل}}{C_2H_5-O-C_2H_5} + 2HI \xrightarrow{conc} \underset{\text{يوديد الإيثيل}}{2C_2H_5I} + H_2O$$

∴ الاختيار الصحيح (جـ)

∵ الألكين يتفاعل مع الماء فى وجود عامل حفاز مكونًا كحول.

∴ يتفاعل المركب CH_3CHCH_2 مع الماء فى وجود عامل حفاز، تبعًا للمعادلة التالية

$$CH_3-CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} CH_3-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-CH_3$$

∵ الصيغة الجزيئية للكحول الناتج C_3H_8O

∴ الاختيار الصحيح (a)

• يتم حساب حرارة احتراق 1 g من كل وقود من القانون

$$\text{حرارة احتراق 1 g } (\Delta H_c) = \frac{\text{حرارة الاحتراق المولارية}}{\text{الكتلة المولية}}$$

حرارة الاحتراق الناتجة عن حرق 1 g من كل وقود	الاختيار
$\Delta H_c = \frac{-1380}{46} = -30\ kJ$	(a)
$\Delta H_c = \frac{-2716}{56} = -48.5\ kJ$	(b)
$\Delta H_c = \frac{-880}{16} = -55\ kJ$	(c)
$\Delta H_c = \frac{-2200}{44} = -50\ kJ$	(d)

∴ الاختيار الصحيح (c)

٤٤ ∵ تحول الإيثانول إلى حمض إيثانويك يمثل عملية أكسدة.

$$\underset{\text{كحول إيثيلي}}{CH_3CH_2OH_{(l)}} \xrightarrow[-H_2O]{[O]} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض الأسيتيك}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

(حمض إيثانويك)

∴ يستبعد الاختيارين (جـ) ، (د)

∵ التقطير الجاف لإيثانوات الصوديوم اللامائية فى وجود الجير الصودى يُكَوِّن الميثان.

$$\underset{\text{أسيتات الصوديوم}}{CH_3COONa_{(s)}} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} \underset{\text{الميثان}}{CH_{4(g)}} + Na_2CO_{3(s)}$$

∴ الغاز (T) هو غاز الميثان.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٤٥ ∵ عند تعرض ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز لغاز ثانى أكسيد الكبريت المتصاعد فإنها تخضَّر، لتكون مادة كبريتات الكروم (III) (خضراء اللون).

$$K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز يستخدم فى أكسدة كل من الإيثانول والأسيتالدهيد، حيث يتغير لون ثانى كرومات البوتاسيوم من البرتقالى إلى الأخضر.

∴ يستبعد الاختيارين (b) ، (c)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

٤٦

$$\underset{\text{2- بيوتانول}}{H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H} \xrightarrow[180^\circ C]{conc\ H_2SO_4} \underset{\text{2- بيوتين}}{H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\overset{H}{C}=\overset{H}{C}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H} + H_2O$$

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

٤٨ ∵ عملية تحويل مركب من الألكانات طويلة السلسلة (كالهكسان) إلى جزيئات أصغر وأخف (كالإيثين والبيوتان) تعرف باسم التكسير الحرارى الحفزى.

$$C_6H_{14(l)} \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_2H_{4(g)} + C_4H_{10(g)}$$

∴ يستبعد الاختيارين (جـ) ، (د)

∵ عملية تحويل الإيثين إلى إيثانول تعرف بعملية الهيدرة الحفزية.

$$C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} \underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH_{(aq)}}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٥٦ ∵ إضافة سكر الجلوكوز إلى الماء تزيد من درجة غليانه وتقلل من درجة تجمده بما لا يزيد عن $2^\circ C$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ درجة غليان الإيثانول $78.5^\circ C$ ودرجة غليان الإيثيلين جليكول $197^\circ C$

∴ الخليط المكون منهما بنسبة 1 : 1 لن تكون درجة غليانه $129^\circ C$

$$\left(137.75^\circ C = \frac{197 + 78.5}{2}\right)$$

وعليه يتم استبعاد الاختيار (ب)

∵ الماء والإيثيلين جليكول يستخدم كمادة مانعة للتجمد.

∴ درجة تجمد هذا المزيج يمكن أن تنخفض إلى $-37^\circ C$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

∵ نفس كيفية تحضير C_2H_5Cl من تفاعل الإيثانول مع حمض HCl المركز في وجود كلوريد الخارصين كعامل حفاز.

$$C_2H_5OH_{(l)} + HCl_{(l)} \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

فإن CH_3I يحضر من تفاعل الميثانول مع حمض HI المركز في وجود عامل حفاز.

∴ الاختيار الصحيح : (a)

مجموعة الهيدروكسيل ($-OH$) الموجودة في الكحولات (كمجموعة فعالة) تختلف عن مجموعة الهيدروكسيد ($-OH^-$) الموجودة في القواعد، في أن مجموعة الهيدروكسيل لا تحمل شحنة سالبة كاملة بل هي مجموعة قطبية، وترتبط مع مجموعات الألكيل R برابطة تساهمية، على عكس مجموعة الهيدروكسيد السالبة التي ترتبط مع الكاتيون برابطة أيونية.

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

المعادلة الآتية تعبر عن عملية احتراق C_4H_9OH

$$C_4H_9OH + 6O_2 \xrightarrow{\Delta} 4CO_2 + 5H_2O$$

1 mol 6 mol

0.1 mol ? mol

عدد مولات الأكسجين اللازمة = 6 × 0.1 = 0.6 mol

∴ الاختيار الصحيح : (c)

∵ التخمر الكحولي للجلوكوز يكوّن إيثانول وغاز ثاني أكسيد الكربون.

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} \xrightarrow[\text{zymase enzyme}]{\text{yeast}} 2C_2H_5OH_{(l)} + 2CO_{2(g)}$$

جلوكوز إيثانول

∴ الناتج (A) : CO_2

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ج)

∵ عملية تكاثف جزيء من الفركتوز مع آخر من الجلوكوز (وكلاهما صيغته الجزيئية $C_6H_{12}O_6$) تؤدي إلى تكوين جزيء من السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$

$$2C_6H_{12}O_{6(aq)} \rightleftharpoons C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(l)}$$

∴ الناتج (B) : H_2O

وبمعلومية (A)، (B) نستنتج أن التفاعل (3) هو تفاعل احتراق.

∴ الاختيار الصحيح : (د)

الكتلة المولية لمركب C_2H_5OH = (12 × 2) + 5 + 16 + 1 = 46 g/mol

الكتلة المولية لمركب CH_3COOH = 12 + 3 + 12 + (16 × 2) + 1 = 60 g/mol

$$C_2H_5OH \longrightarrow CH_3COOH$$

46 g/mol 60 g/mol

2.76 g ? g

الكتلة النظرية للمادة العضوية الناتجة = $\frac{2.76 \times 60}{46}$ = 3.6 g

∴ الكتلة الفعلية (g) = $\frac{\text{درجة النقاء \%} \times \text{الكتلة النظرية (g)}}{100\%} = \frac{3.6 \times 75\%}{100\%}$ = 2.7 g

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

∵ الإيثين يتفاعل مع بروميد الهيدروجين بالإضافة مكونًا بروموإيثان (بروميد الإيثيل).

$$C_2H_{4(g)} + HBr_{(g)} \longrightarrow C_2H_5Br_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختياران (ج) ، (د)

∵ بروموإيثان (المركب X) يتفاعل مع المحلول المائي من NaOH بالاستبدال (وليس بالإضافة) مكونًا إيثانول.

$$C_2H_5Br_{(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_2H_5OH_{(aq)} + NaBr_{(aq)}$$

بروموإيثان (بروميد الإيثيل) إيثانول (كحول أولي)

∴ يستبعد الاختيار (أ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∵ تحول الإيثانول إلى حمض إيثانويك يمثل عملية أكسدة.

$$CH_3CH_2OH_{(l)} \xrightarrow[-H_2O]{[O]} CH_3CHO_{(l)} \xrightarrow{[O]} CH_3COOH_{(l)}$$

كحول إيثيلي أسيتالدهيد حمض الأسيتيك (حمض إيثانويك)

∴ يستبعد الاختياران (ج) ، (د)

∵ التقطير الجاف لإيثانوات الصوديوم اللامائية في وجود الجير الصودي يكوّن الميثان.

$$CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$$

أسيتات الصوديوم الميثان

∴ الغاز (T) هو غاز الميثان.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∵ عند تعرض ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز لغاز ثاني أكسيد الكبريت المتصاعد فإنها تخضرّ، لتكون مادة كبريتات الكروم (III) (خضراء اللون).

$$K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ محلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز يستخدم في أكسدة كل من الإيثانول والأسيتالدهيد، حيث يتغير لون ثاني كرومات البوتاسيوم من البرتقالي إلى الأخضر.

∴ يستبعد الاختياران (b) ، (c)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (d)

$$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3 \xrightarrow[180^\circ C]{conc\ H_2SO_4} CH_3-CH=CH-CH_3 + H_2O$$

2- بيوتانول 2- بيوتين

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

∵ عملية تحويل مركب من الألكانات طويلة السلسلة (كالهكسان) إلى جزيئات أصغر وأخف (كالإيثين والبيوتان) تعرف باسم التكسير الحراري الحفزي.

$$C_6H_{14(l)} \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_2H_{4(g)} + C_4H_{10(g)}$$

∴ يستبعد الاختياران (ج) ، (د)

∵ عملية تحويل الإيثين إلى إيثانول تعرف بعملية الهيدرة الحفزية.

$$C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} C_2H_5OH_{(aq)}$$

إيثانول

∴ يستبعد الاختيار (أ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∵ إضافة سكر الجلوكوز إلى الماء تزيد من درجة غليانه وتقلل من درجة تجمده بما لا يزيد عن 2°C

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ درجة غليان الإيثانول 78.5°C ودرجة غليان الإيثيلين جليكول 197°C

∴ الخليط المكون منهما بنسبة 1 : 1 لن تكون درجة غليانه 129°C

$\left(137.75^\circ C = \frac{197 + 78.5}{2}\right)$

وعليه يتم استبعاد الاختيار (ب)

∵ الماء والإيثيلين جليكول يستخدم كمادة مانعة للتجمد.

∴ درجة تجمد هذا المزيج يمكن أن تنخفض إلى −37°C

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ج)

٥٧ ∵ المركب الموضح (ثلاثى نيتروجليسرين) يستخدم فى صناعة المتفجرات.

∴ يمكن استخدامه فى تفجير المبانى المخالفة.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

٥٨ ∵ خليط الإيثانول والميثانول يعرف بالكحول المحول وهو يستخدم كوقود منزلى، وفى بعض الصناعات الكيميائية.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الجازولين يتم خلطه بالإيثانول فى بعض البلدان لإنتاج وقود للسيارات.

∴ الوقود المستخدم عبارة عن خليط من الجازولين والإيثانول.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

إجابات الباب 5 الدرس العاشر

ارقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	جـ
٢	c
٣	جـ
٤	ب
٥	a
٦	أ
٧	أ
٨	جـ

رقم السؤال	الإجابة
٩	أ
١٠	د
١١	b
١٢	ب
١٣	جـ
١٤	c
١٥	أ
١٦	أ

رقم السؤال	الإجابة
١٧	جـ
١٨	ب
١٩	د
٢٠	د
٢١	د
٢٢	ب
٢٣	أ

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل

٢ الجدول الآتى يوضح الأيزومرات الممكنة :

(1)	(2)	(3)
OH, NO_2 (ortho)	OH, NO_2 (meta)	OH, NO_2 (para)

∴ الاختيار الصحيح : (c)

٤ يتضح من الصيغة البنائية المقابلة للمركب، أنه البيروجالول.

OH, OH, OH

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

[illegible] بنفس الكيفية التى يحضر بها الفينول من الكلوروبنزين وهيدروكسيد الصوديوم :

$$C_6H_5Cl_{(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow[300\ atm]{300^\circ C} C_6H_5OH_{(v)} + NaCl_{(aq)}$$

كلوروبنزين — فينول

كذلك يحضر الفينول بإمرار خليط من الكلوروبنزين وبخار الماء على سيليكاجل مسخنة لدرجة حرارة 428°C

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

٧ يمكن تمثيل التفاعل الحادث بالمعادلة التالية

$$R - O - Ar + H - X \longrightarrow R - X + Ar - O - H$$

هاليد الكيل — فينول

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

٩ ∵ درجة انصهار الفينول 43°C

∴ يتواجد الفينول عند درجة حرارة 25°C فى الحالة الصلبة.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

١١ • المحاليل التى تكون قيمة pH لها أقل من 7 تكون حامضية.

∵ الميثانول والإيثانول مواد متعادلة (ليسا من الأحماض).

∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (c)

∵ غاز C_2H_2 لا يذوب فى الماء.

∴ يستبعد الاختيار (d)

∵ الفينول (C_6H_5OH) له خواص حامضية.

∴ قيمة pH لمحلول الفينول تكون أقل من 7

∴ الاختيار الصحيح : (b)

[illegible] ∵ الفينول يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم، بينما لا يتفاعل الإيثانول مع هيدروكسيد الصوديوم.

∴ حامضية الفينول أقوى من حامضية الإيثانول.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

∵ قيمة K_a للفينول أقل مما لحمض الكربونيك.

∴ حامضية الفينول أقل من حامضية حمض الكربونيك.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

١٥ يُعبر عن التفاعل الحادث بالمعادلة التالية :

$$C_6H_5OH_{(v)} + Zn_{(s)} \xrightarrow[reduction]{\Delta} C_6H_{6(v)} + ZnO_{(s)}$$

فينول — بنزين

المركب الناتج (البنزين العطرى) من الهيدروكربونات الأروماتية.

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

١٦ يُعبر عن التفاعل الحادث بالمعادلة التالية :

$$C_6H_5Cl_{(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow[300\ atm]{300^\circ C} C_6H_5OH_{(v)} + NaCl_{(aq)}$$

كلوروبنزين — فينول

المركب الناتج (الفينول) مركب هيدروكسيلى أروماتى.

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

١٨ ∵ يمكن نيترة البنزين العطرى، تبعًا للمعادلة التالية :

$$C_6H_{6(l)} + HNO_{3(l)} \xrightarrow[50^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_6H_5NO_{2(l)} + H_2O_{(l)}$$

بنزين — نيتروبنزين

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ يمكن نيترة الطولوين، تبعًا للمعادلة التالية :

$$C_6H_5CH_{3(l)} + 3HNO_{3(l)} \xrightarrow[\Delta]{conc.\ H_2SO_4} O_2N\text{-}C_6H_2(CH_3)(NO_2)\text{-}NO_{2(s)} + 3H_2O_{(v)}$$

ميثيل بنزين (طولوين) — ثلاثي نيتروطولوين (TNT)

∴ يستبعد الاختيار (ج)

∵ يمكن نيترة الفينول، تبعًا للمعادلة التالية :

$$C_6H_5OH_{(l)} + 3HNO_{3(l)} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc.} O_2N\text{-}C_6H_2(OH)(NO_2)\text{-}NO_{2(s)} + 3H_2O_{(l)}$$

فينول — ثلاثي نيتروفينول «حمض البكريك»

∴ يستبعد الاختيار (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

الشكل يعبر عن بوليمر الباكليت الناتج من تكاثف الفينول مع الفورمالدهيد.

∵ الباكليت عازل جيد للكهرباء.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الباكليت يتحمل درجات الحرارة العالية.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الباكليت ينتج من عملية بلمرة بالتكاثف ويفقد فيها جزيئات H_2O (وليس HCl).

∴ يستبعد الاختيار (ج)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

يتفاعل البروم مع الفينول، تبعًا للمعادلة التالية :

$$C_6H_5OH + 3Br_2 \xrightarrow{CCl_4} C_6H_2Br_3OH + 3HBr$$

| 1 mol | 3 mol |
| 3 mol | ? mol |

6،4،2- ثلاثي بروموفينول

∵ عدد مولات Br_2 اللازمة لتتفاعل مع 3 mol من الفينول = 3 × 3 = 9 mol

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ج)

∵ المركب الناتج (6،4،2- ثلاثي بروموفينول) عبارة عن راسب أبيض اللون.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

∵ محلول $FeCl_3$ يتفاعل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم.

مكونًا راسب بنى محمر جيلاتينى من $Fe(OH)_3$

$$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$$

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ب)

∵ محلول $FeCl_3$ يتفاعل مع محلول ثيوسيانات الأمونيوم مكونًا محلول لونه أحمر دموى من $Fe(SCN)_3$

$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ج)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

∵ الفينول يتفاعل مع ماء البروم مكونًا راسب أبيض، بينما الإيثانول لا يتفاعل مع ماء البروم.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الصوديوم يتفاعل مع كل من الفينول والإيثانول وتتصاعد فى الحالتين فقاعات من غاز الهيدروجين.

• $2C_2H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$

• $2C_6H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_6H_5ONa + H_2$

∴ الصوديوم لا يصلح للتمييز بين الفينول والإيثانول.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

إجابات الباب 5 الدرس الحادى عشر

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	d
٢	ب
٣	ب
٤	d
٥	b
٦	a
٧	c
٨	د
٩	a
١٠	ب
١١	b
١٢	جـ
١٣	b
١٤	c
١٥	ب
١٦	د
١٧	a
١٨	أ
١٩	د
٢٠	أ

رقم السؤال	الإجابة
٢١	د
٢٢	جـ
٢٣	د
٢٤	أ
٢٥	a
٢٦	جـ
٢٧	أ
٢٨	d
٢٩	جـ
٣٠	a
٣١	ب
٣٢	د
٣٣	b
٣٤	د
٣٥	d
٣٦	د
٣٧	b
٣٨	c
٣٩	b
٤٠	ب

رقم السؤال	الإجابة
٤١	جـ
٤٢	a
٤٣	ب
٤٤	d
٤٥	b
٤٦	جـ
٤٧	د
٤٨	c
٤٩	أ
٥٠	b
٥١	جـ
٥٢	جـ
٥٣	b
٥٤	جـ
٥٥	ب
٥٦	د
٥٧	جـ
٥٨	جـ
٥٩	أ
٦٠	د

رقم السؤال	الإجابة
٦١	د
٦٢	ب
٦٣	ب
٦٤	b

رقم السؤال	الإجابة
٦٥	c
٦٦	أ
٦٧	c
٦٨	جـ

رقم السؤال	الإجابة
٦٩	أ
٧٠	جـ
٧١	د
٧٢	c

أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكـــرة الحـــل

الجدول الآتي يوضح الصيغ البنائية والجزيئية لثلاثة أحماض كربوكسيلية أحادية القاعدية:

الحمض	حمض الأسيتيك	حمض البروبانويك	حمض البيوتانويك
الصيغة البنائية	CH_3COOH	C_2H_5COOH	C_3H_7COOH
الصيغة الجزيئية	$C_2H_4O_2$	$C_3H_6O_2$	$C_4H_8O_2$

يتضح من الجدول السابق أن جزيء أي حمض كربوكسيلي أليفاتي أحادي القاعدية يحتوي على ذرتي O وأن عدد ذرات H فيه ضعف عدد ذرات C

∴ الاختيار الصحيح : (d)

الجدول الآتي يوضح الصيغ الكيميائية للأحماض الموضحة بالاختيارات الأربعة

(أ)	(ب)	(جـ)	(د)
$C_2H_5-C(OH)(H)-COOH$	$C_6H_4(COOH)_2$	H–C(H)–COOH / HO–C–COOH / H–C(H)–COOH	$CH_3-C(OH)(H)-COOH$
2 - هيدروكسي حمض بيوتانويك	حمض الفثاليك	حمض الستريك	2 - هيدروكسي حمض بروبانويك

كل الأحماض السابقة - باستثناء حمض الفثاليك - تحتوي على مجموعة (OH –) التي تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف بالإضافة إلى مجموعة (COOH –) التي تتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم.

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

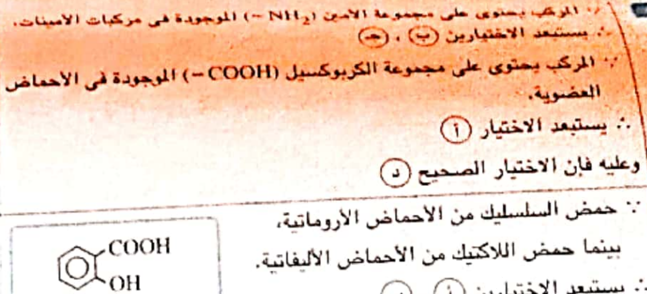
∵ المول من حمض اللاكتيك يحتوي على مول من مجموعة الكربوكسيل (COOH –)، ومول من مجموعة الهيدروكسيل (OH –).

CH_3–C(OH)(H)–COOH
حمض اللاكتيك

∵ NaOH يتفاعل مع الأحماض العضوية ولا يتفاعل مع الكحولات.

∴ عدد مولات NaOH اللازمة للتفاعل مع 2 mol من حمض اللاكتيك يساوي 2 mol

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)



∵ المركب يحتوي على مجموعة الأمين ($-NH_2$) الموجودة في مركبات الأمينات.

∴ يستبعد الاختيارين (ب) ، (جـ)

∵ المركب يحتوي على مجموعة الكربوكسيل (COOH –) الموجودة في الأحماض العضوية.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

١٢ ∵ حمض السلسليك من الأحماض الأروماتية، بينما حمض اللاكتيك من الأحماض الأليفاتية.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ كل من الحمضين يحتوي على مجموعة (COOH –) ومجموعة (OH –).

∴ كلاهما يحتوي على 3 ذرات أكسجين.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

$C_6H_4(COOH)(OH)$
حمض السلسليك

H–C(H)(H)–C(OH)(H)–COOH
حمض اللاكتيك

١٤ ∵ القانون العام لمجموعة الألكيل : C_nH_{2n+1}

∴ عدد ذرات H في الألكيل الذي يحتوي على 17 ذرة كربون
$= 1 + (17 \times 2) = 35$

∵ النقص في عدد ذرات الهيدروجين $= 35 - 29 = 6$

∵ تحويل كل رابطة أحادية (C – C) إلى رابطة مزدوجة (C = C) يقلل من عدد ذرات الهيدروجين المرتبطة بذرات الكربون بمقدار 2

∴ عدد الروابط المزدوجة (C = C) في هذا المركب $= \frac{6}{2} = 3$ روابط

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

١٥ ∵ NaOH يتفاعل مع مجموعة الكربوكسيل (COOH –) ولا يتفاعل مع مجموعة الهيدروكسيل (OH –).

∴ يمكن كتابة معادلة التفاعل الحادث، كالتالي :

$$C_6H_4(OH)COOH + NaOH \xrightarrow[-H_2O]{\Delta} C_6H_4(OH)COONa \xrightarrow[CaO]{+NaOH} C_6H_5OH + Na_2CO_3$$

حمض السلسليك — فينول

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

١٧ الكتلة المولية من حمض الأكساليك $C_2H_2O_4 = (2 \times 12) + 2 + (4 \times 16)$
$= 90$ g/mol

عدد مولات الحمض $= \frac{4.5}{90} = 0.05$ mol

تركيز الحمض $= \frac{0.05}{0.25} = 0.2$ M

∵ حمض الأكساليك ثنائي القاعدية.

∴ 1 mol من حمض الأكساليك يتعادل مع 2 mol من NaOH، تبعًا للمعادلة

$$(COOH)_2 + 2NaOH \longrightarrow (COONa)_2 + 2H_2O$$

$$\because \frac{M_aV_a}{n_a} = \frac{M_bV_b}{n_b}$$

$$\therefore V_b = \frac{0.2 \times 10 \times 2}{0.1 \times 1} = 40 \text{ mL}$$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

١٨ ∵ حمض $ClCH_2CH_2COOH$ مشتق من حمض CH_3CH_2COOH والمعروف باسم حمض البروبانويك.

∴ يستبعد الاختيارين (جـ) ، (د)

∵ ترقيم ذرات الكربون يبدأ من ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل.

∴ الكلور يتفرع من ذرة الكربون رقم 3

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

يتضح من الصيغة البنائية المقابلة لحمض اللاكتيك أن مجموعة الهيدروكسيل ترتبط بذرة الكربون التي تلي مجموعة الكربوكسيل مباشرة والتي تُعرف بذرة الكربون ألفا.

$$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{OH}{C}}-COOH$$

∴ الاختيار الصحيح (ب)

∵ ترقيم ذرات الكربون يبدأ من ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل.

(صيغة بنائية: سلسلة من 8 ذرات كربون مرقمة من 1 عند COOH، وذرات Br على ذرات الكربون 3 و5 و7)

∴ يتصل البروم بذرات الكربون أرقام 7،5،3

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (ب) ، (د)

∵ السلسلة المستقيمة في هذا المركب تتكون من 8 ذرات كربون.

∴ المركب ينتهي بالمقطع : حمض الأوكتانويك.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)

الصيغة البنائية للمركب حسب تسميته الخطأ :

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ {}^{2}C-{}^{1}COOH \\ | \\ {}_{3}CH_2 \\ | \\ {}_{4}CH_3 \end{array}$$

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تتكون من 4 ذرات كربون والصيغة تتضمن مجموعة الكربوكسيل.

∴ خاتمة اسم المركب : بيوتانويك.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ هناك مجموعة إيثيل متفرعة من الموضع 2

∴ تسمية الأيوباك الصحيحة لهذا المركب 2- إيثيل حمض بيوتانويك.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

يحضر حمض الأسيتيك من أكسدة محلول مخفف من الكحول الإيثيلي، والذي يتم تحضيره من التخمر الكحولي للمولاس المتبقي بعد استخلاص السكر من عصير القصب.

∴ الاختيار الصحيح : (ج)

يُحضر أنهيدريد حمض الأسيتيك بنزع جزيء ماء من كل جزيئين من حمض الأسيتيك.

∵ كربيد الكالسيوم يتفاعل مع الماء مكونًا غاز الإيثاين.

$$\underset{\text{كربيد الكالسيوم}}{CaC_{2(s)}} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow \underset{\text{إيثاين}}{H-C\equiv C-H_{(g)}} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

وبالهيدرة الحفزية لغاز الإيثاين يتكون الأسيتالدهيد الذي يتأكسد مكونًا حمض الأسيتيك.

$$\underset{\text{إيثاين}}{H-C\equiv C-H_{(g)}} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60^\circ C]{H_2SO_4(40\%)} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3-CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض الأسيتيك}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الهيدرة الحفزية لغاز الإيثيلين تُكوّن الإيثانول، والذي يتأكسد مكونًا حمض الأسيتيك.

$$\bullet\ C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} \underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH_{(aq)}}$$

$$\bullet\ \underset{\text{إيثانول}}{CH_3CH_2OH_{(l)}} \xrightarrow[-H_2O]{[O]} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض الأسيتيك (حمض إيثانويك)}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ غاز الإيثاين يمكن تحضيره من الميثان.

$$\underset{\text{ميثان}}{2CH_{4(g)}} \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500^\circ C} \underset{\text{إيثاين}}{C_2H_{2(g)}} + 3H_{2(g)}$$

وبالهيدرة الحفزية لغاز الإيثاين يتكون الأسيتالدهيد الذي يتأكسد مكونًا حمض الأسيتيك.

∴ يستبعد الاختيار (ج)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

• الحمض (W) : $CH_2=CHCOOH$

هو أول فرد في سلسلة الأحماض الأليفاتية غير المشبعة.

∵ الأفراد الأربعة الأولى من الأحماض الأليفاتية تتميز بأنها سوائل كاوية ذات رائحة نفاذة، وتامة الذوبان في الماء.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

• الحمض (X) : $CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$

هو من الأفراد المتوسطة في الأحماض الأليفاتية.

∵ الأفراد المتوسطة تتميز بأنها سوائل زيتية القوام وكريهة الرائحة.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ حمض (Y) : $HCOOH$

هو أول فرد في سلسلة الأحماض الأليفاتية المشبعة.

∴ يتميز هذا الحمض بأنه سائل (وليس غاز).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ج)

---

٣٠ ∵ درجة غليان الكحول أقل من درجة غليان الحمض العضوي الذي يحتوي على نفس العدد من ذرات الكربون.

∴ درجة غليان 1- بروبانول ($97^\circ C$) أقل من درجة غليان حمض البروبانويك ($141.2^\circ C$).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

---

٣١ ∵ جزيئات البروبان وإثير ثنائي الإيثيل والإيثين لا ترتبط مع نفسها بروابط هيدروجينية، تتسبب في ارتفاع درجة غليانها.

∴ تستبعد الاختيارات (أ) ، (ج) ، (د)

∵ كل جزيء من حمض الفورميك يرتبط برابطتين هيدروجينيتين مع الجزيء الآخر، بينما كل جزيئين من الإيثانول يرتبطا برابطة هيدروجينية واحدة.

∴ درجة غليان الإيثانول أقل من درجة غليان حمض الفورميك.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

∵ هذا المركب يحتوي المول منه على 4 mol من مجموعات الكربوكسيل (–COOH).

وكل مول من الصوديوم يحل محل مول من ذرات هيدروجين مجموعات الكربوكسيل لتكوين 1 mol من ذرات الهيدروجين.

∴ عدد مولات ذرات H الناتجة يساوي 4 mol

(عدد مولات جزيئات H_2 يساوي 2 mol).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

---

٣٦ ∵ المركب يحتوي على رابطة مزدوجة بين ذرتي كربون.

∴ يمكن كسر هذه الرابطة بإضافة الهيدروجين.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ هذا المركب يتبع مركبات الأحماض الكربوكسيلية وهي أحماض أضعف من الأحماض المعدنية كحمض HCl

∴ pH لهذا الحمض أكبر من pH لحمض HCl

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الأحماض الكربوكسيلية تتفاعل مع ملح كربونات الصوديوم فيما يُعرف بكشف الحامضية.

∴ يستبعد الاختيار (ج)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

---

٤٠ ∵ المركبات التي تحتوي على رابطة مزدوجة من النوع (C = C) يصعب تفاعلها بالاستبدال.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ المركبات غير المشبعة تتفاعل بالإضافة مع ماء البروم فيزول لونه.

∴ الاختيار الصحيح : (ب)

---

٤١ ∵ مركبات أكسيد الكالسيوم وكربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الكالسيوم مواد قاعدية يتفاعل كل منها مع حمض الأسيتيك.

∴ تستبعد الاختيارات (أ) ، (ب) ، (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ج)

٤٥ ∵ الحمض أحادى القاعدية.

∴ صيغته الكيميائية : $C_{17}H_{31}COOH$

وإذا كان هذا الحمض مشبعًا RCOOH ، فإن مجموعة الألكيل تحتوى على 17 ذرة كربون، 35 ذرة هيدروجين ($C_{17}H_{35}-$).

∵ النقص فى عدد مولات ذرات الهيدروجين = 35 - 31 = 4

∵ تحويل كل مول من الروابط (C – C) إلى مول من الروابط (C = C) يقلل من عدد مولات ذرات الهيدروجين المرتبطة بمولات ذرات الكربون بمقدار 2

∴ عدد مولات الروابط المزدوجة (غير المشبعة) فى 1 mol من الحمض $= \frac{4}{2} = 2\ mol$

∵ كل 1 mol من الروابط (C = C) يلزمه 1 mol من H_2 للتشبع.

∴ عدد مولات H_2 اللازمة لتشبع 3 mol من الحمض = 3 × 2 = 6 mol

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٤٨

$$\left[CH_3-\underset{OH}{\overset{OH}{C}}-OH\right] \xrightarrow{-H_2O} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

∴ الاختيار الصحيح : (c)

٥٠ ∵ الجلايسين هو حمض ألفا أمينو أسيتيك.

∴ المجموعة (X) هى مجموعة ($-NH_2$).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

٥٦ ∵ الميثيل البرتقالى يتلون بلون أحمر فى الوسط الحامضى.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ تفاعل الأحماض الدهنية مع الكحولات يُكوِّن مركبات لها رائحة زكية (إسترات).

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الأحماض الدهنية تتفاعل مع أيًا من ملحى كربونات أو بيكربونات الصوديوم ويكون التفاعل مصحوبًا بفوران لتصاعد غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق.

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

٥٨ يتضح من التوزيع الإلكترونى للفاناديوم : $_{23}V : [Ar], 3d^3, 4s^2$

إن أكثر حالات تأكسده استقرارًا هى +5 عندما يفقد إلكترونات $3d$ ، $4s$

∴ أكثر أكاسيد الفاناديوم استقرارًا هو : V_2O_5

حمض البنزويك يُحضر بأكسدة الطولوين عند درجة حرارة 400°C وفى وجود خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5

$$2\,C_6H_5CH_3 + 3O_2 \xrightarrow[400^\circ C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH + 2H_2O$$

(الطولوين) (حمض البنزويك)

∴ الاختيار الصحيح : (جـ)

٥٩ ينتج عن تفاعل ألكلة البنزين (تفاعل فريدل/كرافت) مركب الطولوين والذى يتأكسد بالهواء الجوى (at 400°C)، مكونًا حمض البنزويك.

$$\bullet\ C_6H_6 + CH_3Cl \xrightarrow{\text{anhydrous } AlCl_3} C_6H_5CH_3 + HCl$$

(بنزين) (طولوين)

$$\bullet\ 2\,C_6H_5CH_3 + 3O_2 \xrightarrow[400^\circ C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH + 2H_2O$$

(الطولوين) (حمض البنزويك)

∴ الاختيار الصحيح : (أ)

٦٠ ∵ حمض البنزويك يتكون عند أكسدة الطولوين عند درجة حرارة 400°C وفى وجود خامس أكسيد الفاناديوم كعامل حفاز (أو أى عامل مؤكسد آخر مناسب مثل المطروح بمعطيات السؤال).

$$2\,C_6H_5CH_3 + 3O_{2(g)} \xrightarrow[400^\circ C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH_{(aq)} + 2H_2O_{(v)}$$

(الطولوين) (حمض البنزويك)

∴ الاختيار الصحيح : (د)

٦٢ ∵ حمض البنزويك ينصهر عند 122°C ويغلى عند 249°C

أى أنه يتواجد فى الحالة الصلبة عند درجة حرارة الغرفة (25°C).

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (د)

∵ حمض البنزويك شحيح الذوبان فى الماء.

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٦٣ قوة الأحماض تتناسب طرديًا مع قيمة ثابت تأينها K_a

∵ أضعف هذه الأحماض هو حمض الأسيتيك CH_3COOH

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (جـ)

∵ أقوى هذه الأحماض هو حمض الأكساليك $(COOH)_2 \Leftarrow C_2H_2O_4$

∴ يستبعد الاختيار (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (ب)

٦٥ عند اتصال مجموعة الميثيل ($-CH_3$) بحلقة بنزين يتكون مركب الطولوين وعند اتصال مجموعة كربوكسيل ($-COOH$) بحلقة بنزين يتكون مركب حمض البنزويك.

∵ الطولوين يتحول إلى حمض بنزويك فى وجود عامل مؤكسد مناسب.

$$2\,C_6H_5CH_3 + 3O_{2(g)} \xrightarrow[400^\circ C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH_{(aq)} + 2H_2O_{(v)}$$

(الطولوين) (حمض البنزويك)

∵ $KMnO_4$ عامل مؤكسد.

∴ الاختيار الصحيح : (c)

٧٠ ∵ حمض السيتريك يستخدم فى صناعة الأغذية المحفوظة (وليس فى صناعة المبيدات الحشرية).

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ DDT يستخدم كمبيد حشرى، إلا أنه يترتب على استخدامه مشاكل بيئية.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ حمض الأسيتيك يستخدم كمادة أولية هامة فى تحضير الكثير من المركبات العضوية كالمبيدات الحشرية.

∴ حمض الأسيتيك يستخدم كمبيد حشرى آمن لحشرة المن.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

٧١ ∵ حمض السلسليك مركب عضوى، يذوب فى المذيبات العضوية.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ حمض السلسليك من مشتقات الهيدروكربونات الأروماتية.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ قيمة pH للأحماض تكون أقل من 7

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

أرقام الأسئلة المظللة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة
١	ب
٢	a
٣	ب
٤	د
٥	أ
٦	b
٧	أ
٨	جـ
٩	د
١٠	c
١١	أ
١٢	ب
١٣	د
١٤	أ
١٥	د
١٦	أ
١٧	b
١٨	b
١٩	b
٢٠	d

رقم السؤال	الإجابة
٢١	ب
٢٢	جـ
٢٣	a
٢٤	d
٢٥	جـ
٢٦	د
٢٧	d
٢٨	جـ
٢٩	جـ
٣٠	b
٣١	د
٣٢	جـ
٣٣	جـ
٣٤	جـ
٣٥	c
٣٦	جـ
٣٧	ب
٣٨	c
٣٩	د
٤٠	أ

رقم السؤال	الإجابة
٤١	جـ
٤٢	د
٤٣	د
٤٤	ب
٤٥	جـ
٤٦	c
٤٧	b
٤٨	b
٤٩	د
٥٠	جـ
٥١	c
٥٢	جـ
٥٣	جـ
٥٤	جـ
٥٥	b

رقم السؤال	فكـــــرة الحـــل

الجدول التالي يوضح عدد إلكترونات التكافؤ للعناصر المكونة لجزيء ميثانوات البروبيل :

العنصر	C	O	H
عدد إلكترونات التكافؤ	4	6	1

∵ الصيغة البنائية لميثانوات البروبيل هي

$$H-\overset{\overset{:O:}{\|}}{C}-\ddot{\underset{..}{O}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$$

∴ عدد الإلكترونات المحيطة بذرتي الأكسجين ولا تشارك في تكوين الروابط = $8e^-$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

∵ مجموعة الكيتون توجد في الكيتونات مرتبطة بمجموعتي (R–) أو (Ar–) أو كليهما.

∴ مجموعة $-\overset{H}{\underset{|}{N}}-\overset{O}{\underset{\|}{C}}-$ تعتبر مجموعة أميد وليست كيتون.

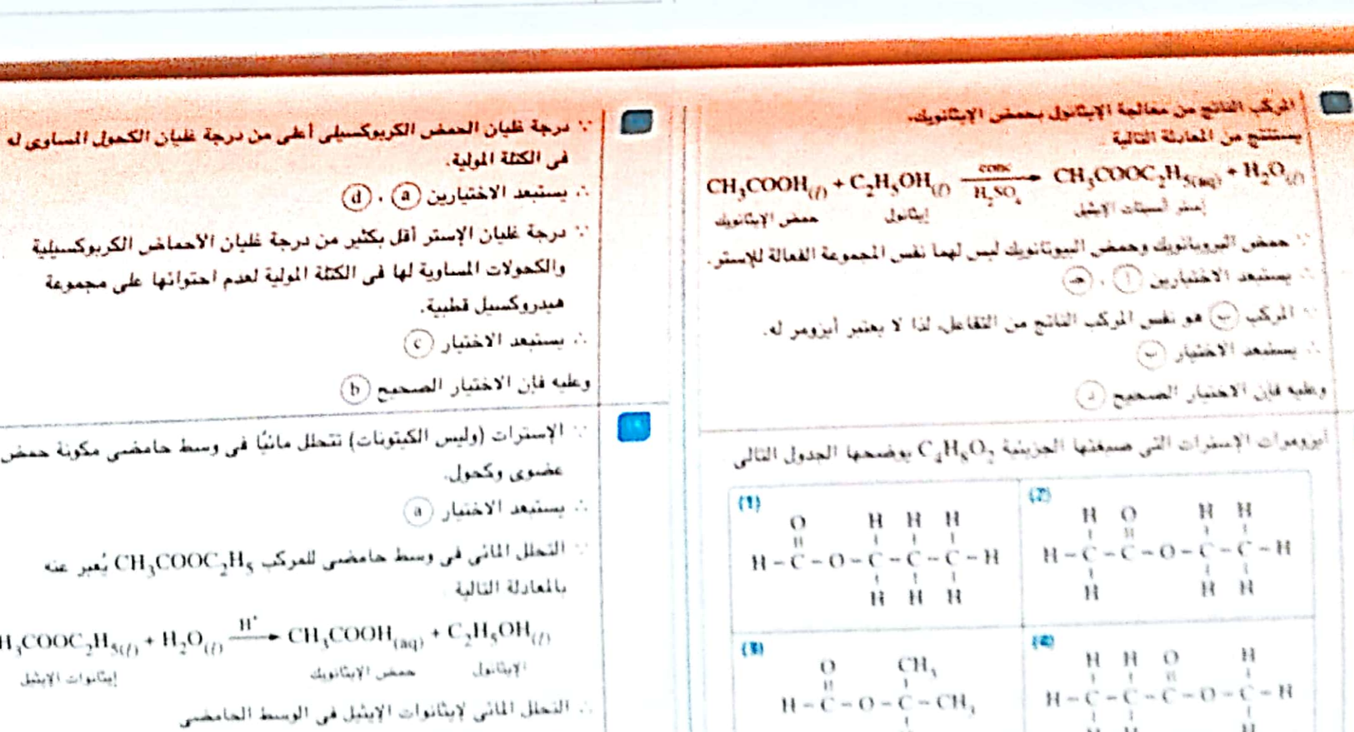
وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

الجدول الآتي يوضح الصيغ البنائية والصيغ الجزيئية للإسترات الموضحة للمركبات الأربعة

المركب	بروبانوات الإيثيل	إيثانوات البروبيل	ميثانوات البيوتيل	بيوتانوات الميثيل
الصيغة البنائية	$C_2H_5COOC_2H_5$	$CH_3COOC_3H_7$	$HCOOC_4H_9$	$C_3H_7COOCH_3$
الصيغة الجزيئية	$C_5H_{10}O_2$	$C_5H_{10}O_2$	$C_5H_{10}O_2$	$C_5H_{10}O_2$

ومنه يتضح أن المركبات الأربعة لها نفس الصيغة الجزيئية.

∴ الاختيار الصحيح (أ)



المركب الناتج من معالجة الإيثانول بحمض الإيثانويك.

يستنتج من المعادلة التالية

$$\underset{\text{حمض الإيثانويك}}{CH_3COOH_{(l)}} + \underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH_{(l)}} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} \underset{\text{إستر أسيتات الإيثيل}}{CH_3COOC_2H_{5(aq)}} + H_2O_{(l)}$$

∵ حمض البروبانويك وحمض البيوتانويك ليس لهما نفس المجموعة الفعالة للإستر.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (جـ)

∵ المركب (ب) هو نفس المركب الناتج من التفاعل لذا لا يعتبر أيزومر له.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

أيزومرات الإسترات التي صيغتها الجزيئية $C_4H_8O_2$ يوضحها الجدول التالي

(1)	(2)
$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$	$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$
(3)	(4)
$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\underset{H}{\overset{CH_3}{C}}-CH_3$	$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$

∴ الاختيار الصحيح (c)

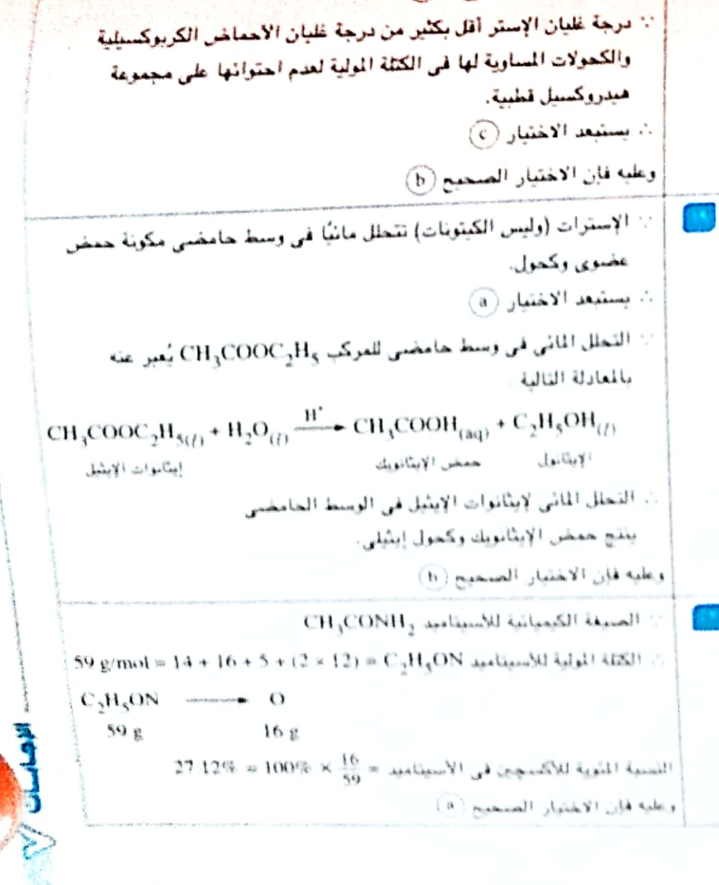
∵ المركب يحتوي على مجموعة الأميد $-CONH_2$ (وليست الأمين $-NH_2$).

∴ يستبعد الاختيارين (جـ) ، (د)

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوي على 4 ذرات كربون، وتتفرع مجموعة ميثيل $(-CH_3)$ من ذرة الكربون رقم 2

∴ يستبعد الاختيار (ب)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (أ)



∵ درجة غليان الحمض الكربوكسيلي أعلى من درجة غليان الكحول المساوي له في الكتلة المولية.

∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (d)

∵ درجة غليان الإستر أقل بكثير من درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية والكحولات المساوية لها في الكتلة المولية لعدم احتوائها على مجموعة هيدروكسيل قطبية.

∴ يستبعد الاختيار (c)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

∵ الإسترات (وليس الكيتونات) تتحلل مائيًا في وسط حامضي مكونة حمض عضوي وكحول.

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ التحلل المائي في وسط حامضي للمركب $CH_3COOC_2H_5$ يُعبر عنه بالمعادلة التالية

$$\underset{\text{إيثانوات الإيثيل}}{CH_3COOC_2H_{5(l)}} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H^+} \underset{\text{حمض الإيثانويك}}{CH_3COOH_{(aq)}} + \underset{\text{الإيثانول}}{C_2H_5OH_{(l)}}$$

∴ التحلل المائي لإيثانوات الإيثيل في الوسط الحامضي ينتج حمض الإيثانويك وكحول إيثيلي.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

∵ الصيغة الكيميائية للأسيتاميد CH_3CONH_2

∴ الكتلة المولية للأسيتاميد $C_2H_5ON = (2 \times 12) + 5 + 16 + 14 = 59\ g/mol$

$$\underset{59\ g}{C_2H_5ON} \longrightarrow \underset{16\ g}{O}$$

النسبة المئوية للأكسجين في الأسيتاميد $= \frac{16}{59} \times 100\% = 27.12\%$

وعليه فإن الاختيار الصحيح (a)

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

	الحمض + الكحول	الإستر الناتج
عدد ذرات C	2 + 2 = 4	4
عدد ذرات H	4 + 6 = 10	8
عدد ذرات O	2 + 1 = 3	2

∵ عدد ذرات الكربون في الإستر الناتج يساوي مجموع أعداد ذرات الكربون في كل من الحمض والكحول المتفاعلين.

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ب)

∵ عدد ذرات الأكسجين في الإستر الناتج أقل من مجموع أعداد ذرات الأكسجين في كل من الحمض والكحول المتفاعلين.

∴ يستبعد الاختيار (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

∵ الكتلة المولية لأيًا من الكحول أو الحمض العضوي الناتج من التحلل المائي للإستر في وسط حامضي تكون أقل من كتلة الإستر.

$$CH_3COOC_2H_{5(l)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H^+} CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ عند نزع الماء من الكحول لتكوين الألكين المقابل تكون الكتلة المولية للألكين أقل من الكتلة المولية للكحول المقابل بمقدار الكتلة المولية للماء.

$$C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[180^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$$

إيثانول — إيثين

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الكتلة المولية للكحول الإيثيلي C_2H_5OH أقل من الكتلة المولية للجلوكوز $C_6H_{12}O_6$

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} \xrightarrow[zymase\ enzyme]{yeast} 2C_2H_5OH_{(l)} + 2CO_{2(g)}$$

جلوكوز — إيثانول

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

∵ الكتلة المولية لحمض الإيثانويك CH_3COOH أكبر مما للإيثانول C_2H_5OH

$$CH_3CH_2OH + 2[O] \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

∴ الاختيار الصحيح (د)

∵ الجزيء من هذا المركب يحتوي على رابطة ثنائية (مجموعة الكين) ومجموعة أميد $\left(-\overset{H}{\underset{|}{N}}-\overset{O}{\underset{\|}{C}}-\right)$.

∴ الاختيار الصحيح (جـ)

∵ البوليمر الناتج من نوع البولي إسترات.

∴ عملية البلمرة بالتكاثف تحدث بين مونومرين أحدهما حمض ثنائي الكربوكسيل والآخر كحول ثنائي الهيدروكسيل

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

الجدول الآتي يوضح الصيغ الكيميائية للمركبات الموضحة بالاختيارات الأربعة

الاختيارات	(أ)	(ب)	(جـ)	(د)
المركب	الأسبرين	حمض البنزويك	حمض البكريك	حمض السلسليك
الصيغة الكيميائية	C_6H_4 – $\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ ، $O-\overset{}{\underset{\underset{O}{\|}}{C}}-\overset{H}{\underset{\underset{H}{|}}{\overset{|}{C}}}-H$	C_6H_5 – COOH	OH ، O_2N ، NO_2 ، NO_2	COOH ، OH

حمض البكريك هو الوحيد الذي لا يحتوي على مجموعة كربوكسيل (COOH –).

∴ الاختيار الصحيح (جـ)

∵ الصابون عبارة عن ملح صوديومي لأحماض دهنية عالية.

∴ يستبعد الاختياران (ب) ، (جـ)

∵ الدهن عبارة عن إستر ثلاثي الجليسريد.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

∵ حمض السلسليك يحتوي على مجموعة (COOH –) واحدة.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ مركب سلسيلات الإيثيل يحتوي على مجموعة (– COO –) المميزة للإسترات.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

حمض السلسليك	سلسيلات الإيثيل
COOH ، OH	$\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5$ ، OH

∵ حمض السلسليك يحتوي على :

- مجموعة (OH –) فينولية والتي تكوّن مع محلول $FeCl_3$ لون بنفسجي.
- مجموعة (COOH –) الحامضية والتي تكوّن مع $NaHCO_3$ فقاعات غازية من CO_2

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (د)

∵ الداكرون ينتج من بلمرة الإستر المكوّن من تفاعل حمض التيرفثاليك مع الإيثيلين جليكول.

$$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH_{(l)} + HO-CH_2-CH_2-OH_{(l)} \xrightarrow{-H_2O}$$

حمض تيرفثاليك — إيثيلين جليكول

$$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2-CH_2-OH$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الباكليت ينتج من بلمرة الفورمالدهيد مع الفينول.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ شمع النحل عبارة عن إستر كتلته المولية كبيرة.

∴ شمع النحل ليس من البوليمرات.

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

∵ المونومر (X) يحتوي على مجموعتي (COOH –).

∴ لا يمكن حدوث بلمرة بالتكاثف مع مونومر يحتوي على مجموعة (COOH –).

وعليه فإن الاختيار الصحيح (c)

∵ الوحدة المتكررة في هذا البوليمر هي مجموعة الإستر (– COO –) وتكون ذرة كربون هذه المجموعة مرتبطة بحلقة بنزين.

∴ يستبعد الاختياران (a) ، (c)

∵ المجموعة $(-CH_2CH_2-)$ الموجودة بالإستر مكونة من ذرتي كربون.

∴ يستبعد الاختيار (d)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)

أنهيدريد حمض الأسيتيك هو المركب الناتج من نزع جزيء ماء H_2O من كل جزيئين حمض أسيتيك :

$$\begin{matrix} CH_3COOH \\ CH_3COOH \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} CH_3CO \\ CH_3CO \end{matrix} > O$$

حمض أسيتيك — أنهيدريد حمض أسيتيك

وتعبر المعادلة التالية عن التفاعل المفترض بين أنهيدريد حمض الأسيتيك والمركب (X).

$$\begin{matrix} CH_3CO \\ CH_3CO \end{matrix} > O + X \longrightarrow C_6H_4 \begin{matrix} -\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \\ -O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3 \end{matrix}$$

إجابات نموذج امتحان على الباب 5

أرقام الأسئلة المظللة بشبكة موضح فكرة حلها بالصفحات التالية :

رقم السؤال	الإجابة	رقم السؤال	الإجابة	رقم السؤال	الإجابة
١	d	١١	أ	٢١	د
٢	د	١٢	b	٢٢	د
٣	د	١٣	d	٢٣	جـ
٤	جـ	١٤	c	٢٤	جـ
٥	c	١٥	d	٢٥	د
٦	b	١٦	جـ	٢٦	ب
٧	a	١٧	د	٢٧	c
٨	c	١٨	ب	٢٨	أ
٩	جـ	١٩	أ	٢٩	جـ
١٠	c	٢٠	a	٣٠	د

فكرة حل أسئلة المستويات العليا

رقم السؤال	فكرة الحل

٤ التفاعلات الموجهة تتم بالاستبدال فى المركبات الحلقية فقط.

∵ مركب إيثوكسى إيثان ليس من المركبات الحلقية.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ مجموعات الهاليد مثل (Cl –) والهيدروكسيل (OH –) توجه إلى الموضعين أرثو و بارا .

∴ يستبعد الاختيارين (ب) ، (د)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (جـ)

٥ من الشكل البيانى يمكن استنتاج المعلومات المتضمنة بالجدول التالى :

الصيغة الجزيئية للهيدروكربون	عدد ذرات الهيدروجين فيه	كتلة ذرات الهيدروجين فيه	الكتلة المولية للهيدروكربون	عدد ذرات الكربون فيه	الهيدروكربون
CH_4	$\frac{4}{1} = 4$	$16 - 12 = 4$	16	1	(A)
C_2H_6	$\frac{6}{1} = 6$	$30 - (2 \times 12) = 6$	30	2	(B)
C_3H_4	$\frac{4}{1} = 4$	$40 - (3 \times 12) = 4$	40	3	(C)
C_4H_{10}	$\frac{10}{1} = 10$	$58 - (4 \times 12) = 10$	58	4	(D)

∵ CH_4 ، C_2H_6 ، C_4H_{10} تتبع سلسلة الألكانات.

∴ الاختيار الصحيح : (c)

٦ الخليط مكون من غاز الميثان وغاز كلوريد الهيدروجين وبخار الماء، **وللحصول على** غاز الميثان جافًا، يلزم التخلص من :

- غاز كلوريد الهيدروجين، ويتم ذلك بإمراره فى الماء **(لأنه يذوب فيه)**.
- بخار الماء، ويتم ذلك بإمراره على عامل مجفف **لا يتفاعل مع غاز الميثان** (مثل حمض الكبريتيك المركز).

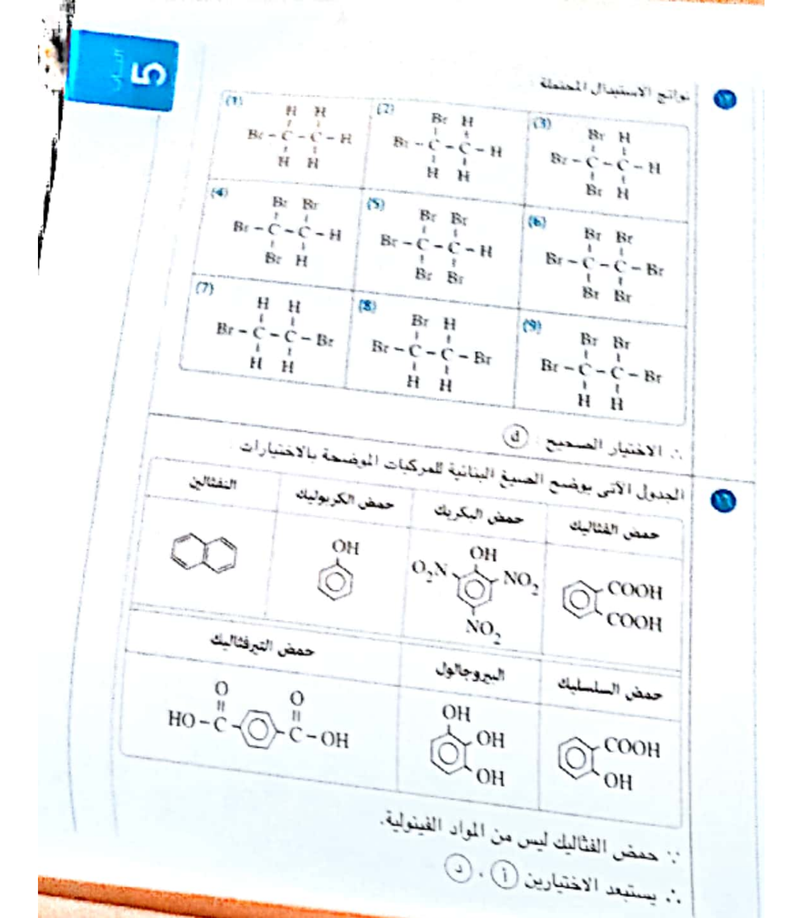
∵ طرف أنبوبة التوصيل التى يمر بها **خليط الغازات لابد أن يكون مغمورًا فى** الماء وفى حمض الكبريتيك المركز.

∴ يستبعد الاختيارين (c) ، (d)

∵ امتصاص بخار الماء **أولًا من الخليط الغازى، ثم إمراره مرة أخرى على الماء** يجعل غاز الميثان رطبًا.

∴ يستبعد الاختيار (a)

وعليه فإن الاختيار الصحيح (b)



⑫ نواتج الاستبدال المحتملة

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)
(7)	(8)	(9)

∴ الاختيار الصحيح (د)

⑬ الجدول الآتي يوضح الصيغ البنائية للمركبات الموضحة بالاختيارات

حمض الفثاليك	حمض البكريك	حمض الكربوليك	النفثالين
COOH, COOH	OH, O_2N, NO_2, NO_2	OH	

حمض السلسليك	البيروجالول	حمض التيرفثاليك
COOH, OH	OH, OH, OH	HO – C(=O) – ⌬ – C(=O) – OH

∵ حمض الفثاليك ليس من المواد الفينولية.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (د)

الموضوع		الصفحة: ملخص المحتوى	الصفحة: الإجابات
4 الكيمياء الكهربية		٤٧	

الموضوع	الصفحة: ملخص المحتوى
5 الكيمياء العضوية	٦٨

بجميع المكتبات

كتب **الامتحان** فى

- الأحياء
- الفيزياء
- التاريخ
- الجغرافيا
- اللغة العربية
- الجيولوجيا والعلوم البيئية
- علم النفس و الاجتماع
- الفلسفة وقضايا العصر

الكيمياء

2022

كتب الامتحان

لا تخرج عنها أى امتحان

الدولية للطبع والنشر والتوزيع

الفجالة - القاهرة

تليفون: ٢٥٨٨٥٥٨٥ - ٢٥٩٠٤٣٢٣ - ٢٥٨٨٨٨٨٦ /٠٢

www.alemte7anbooks.com

Email: info@alemte7anbooks.com

الخط الساخن ١٥٠١٤

/alemte7anbooks

الجزء الخاص **بملخص المحتوى الدراسى وإجابات الأسئلة** يُصرف مجانًا مع الكتاب

∴ ... ٣٠ × ٤٠ × جا ٩٠

+ ٢٥ × ٤٠ × جا ١٢٠

٧٠ سم

أ ٤٠ م ٣٠ ب

٤٠ سم

(٢٥) (١٠) (١٠√٢)

د (٣٥) جـ

٤٠ سم

أ ب جـ د شبه منحرف قائم في أ ، د فيه أ د = د جـ = ٤٠ سم ، أ ب = ٧٠ سم

م ∈ أ ب بحيث أ م = ٤٠ سم أثرت القوى ٢٥ ، ١٠ ، ١٠√٢ ، ٣٥

ممثلة بـ جـ ب ، جـ م ، جـ أ ، جـ د على الترتيب أوجد القياس الجبري

لعزم المحصلة حول نقطة أ

٤ - هل من الفجر انبثقت ؟

إنْ رأيْتِ الفجرَ يمشي خُلسةً بينَ النُّجُوم

و يُوشّي جُبّةَ الليلِ المُوَلّي بالرُّسُوم

يَسمعُ الفجرُ ابتهالًا صاعداً مِنك إليَه

و تَخِرّي كَنَبيّ هَبَطَ الوَحيُ عَلَيَه

بخشوعٍ جاثيَه

هَل مِنَ الفجرِ انبَثَقتِ؟

•○•

٥ - هل من الشمس هبطت ؟

إنْ رأيْتِ الشّمسَ في حضنِ المِيَاهِ الزّاخِرة

تَرمُقُ الأرضَ و ما فيها بعينٍ ساحِرة

تَهجَعُ الشّمسُ و قلبي يَشتَهي لو تَهجَعين

و تَنَامُ الأرضُ لَكِنْ أنتِ يَقظى تَرقُبين

مُضجعَ الشّمسِ البَعيد

هَلْ مِنَ الشّمسِ هَبَطْتِ؟

٦ - هل من الألحان أنت ؟

إنْ سَمعتِ البُلْبُلَ الصَّدّاحَ بَينَ اليَاسَمين

يَسكُبُ الألْحانَ نَارًا في قُلوبِ العَاشِقين

تَلْتَظِي حُزْنًا و شَوقًا و الهَوَى عَنكِ بَعيد

فَاخبريني هَلْ غِنَا البُلْبُلِ في اللّيلِ يُعيد

ذِكرَ مَاضيكِ إليكِ ؟

هَلْ مِنَ الألْحانِ أنتِ؟

٧ - أنت كل هؤلاء

إيهِ نَفْسي! أنتِ لَحنٌ فِيَّ قَدْ رَنَّ صَدَاه

وقّعَتكِ يَدُ خَلّاقٍ بديعٍ لا أراه

أنتِ ريحٌ، و نَسيمٌ، أنتِ مَوجٌ، أنتِ بَحرٌ

أنتِ بَرقٌ، أنتِ رَعدٌ، أنتِ لَيلٌ، أنتِ فَجرٌ

أنتِ فَيضٌ مِنْ إلَه .

إحصاء سريع لبعض جماليات النص

الاستعارات التصريحية

زفير	مضجع	نار
هدير البحر	مغرب الشمس	الأشواق

الصور

- (سمعت الرعد... رأيت البرق ... ترصدي البرق ... تخطفي منه لظاه ... انفصلت ... انحدرت) شبه النفس يسمع ويرى ويخطف ثم بشيء مادي ينفصل وينحدر.... وهذه صور ممتدة.
- (الريح تذري ... الريح تعوي ... من الريح ولدت) شبه الريح بإنسان يفرق، ثم بذئب يعوي، ثم بأم تلد.
- (أنت لحن ... ريح ... نسيم ... موج ..) شبه النفس باللحن ثم بالريح ثم بالنسيم.... إلخ.

الصور المركبة

- (يسكب الألحان نارًا) شبه الألحان بالنار ثم شبه النار بماء يسكبه.

الإطنابات

- (يطغى - يثور) ● (خفي لا أراه) إطناب بالترادف لتوكيد المعنى.
- (حزنًا وشوقا): إطناب بالتعليل. والعطف للتنويع

الإيجازات

- (ولدت) إيجاز بحذف الفاعل: ليناسب حالة الحيرة التي تسيطر عليه في معرفة حقيقة النفس ومنشئها..

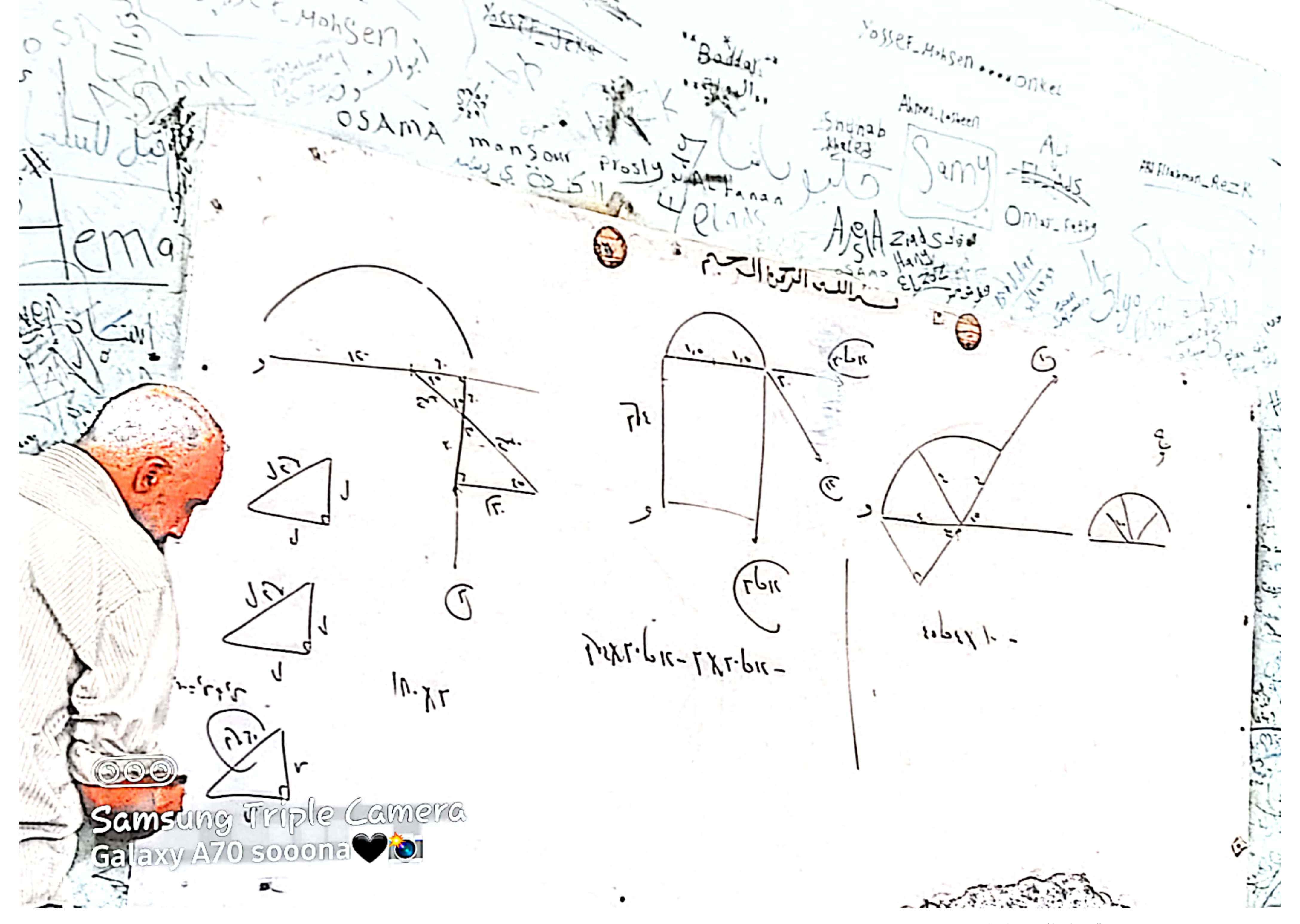
الأساليب الإنشائية

الأسلوب		نوعه وغرضه
● هل من الأمواج جئت ؟ ● أم من الرعد انحدرت ؟ ● هل من الفجر انبثقت ؟ ● هل غنا البلبل يعيد ؟	● هل من البرق انفصلت ؟ ● هل من الريح ولدت ؟ ● هل من الشمس هبطت ؟ ● هل من الألحان أنت ؟	استفهام غرضه إظهار الحيرة والاضطراب.
● فأخبريني		أمر غرضه إظهار الحيرة والاضطراب.
● إيه نفسي		أمر غرضه التعجب وإظهار الحيرة والاضطراب.

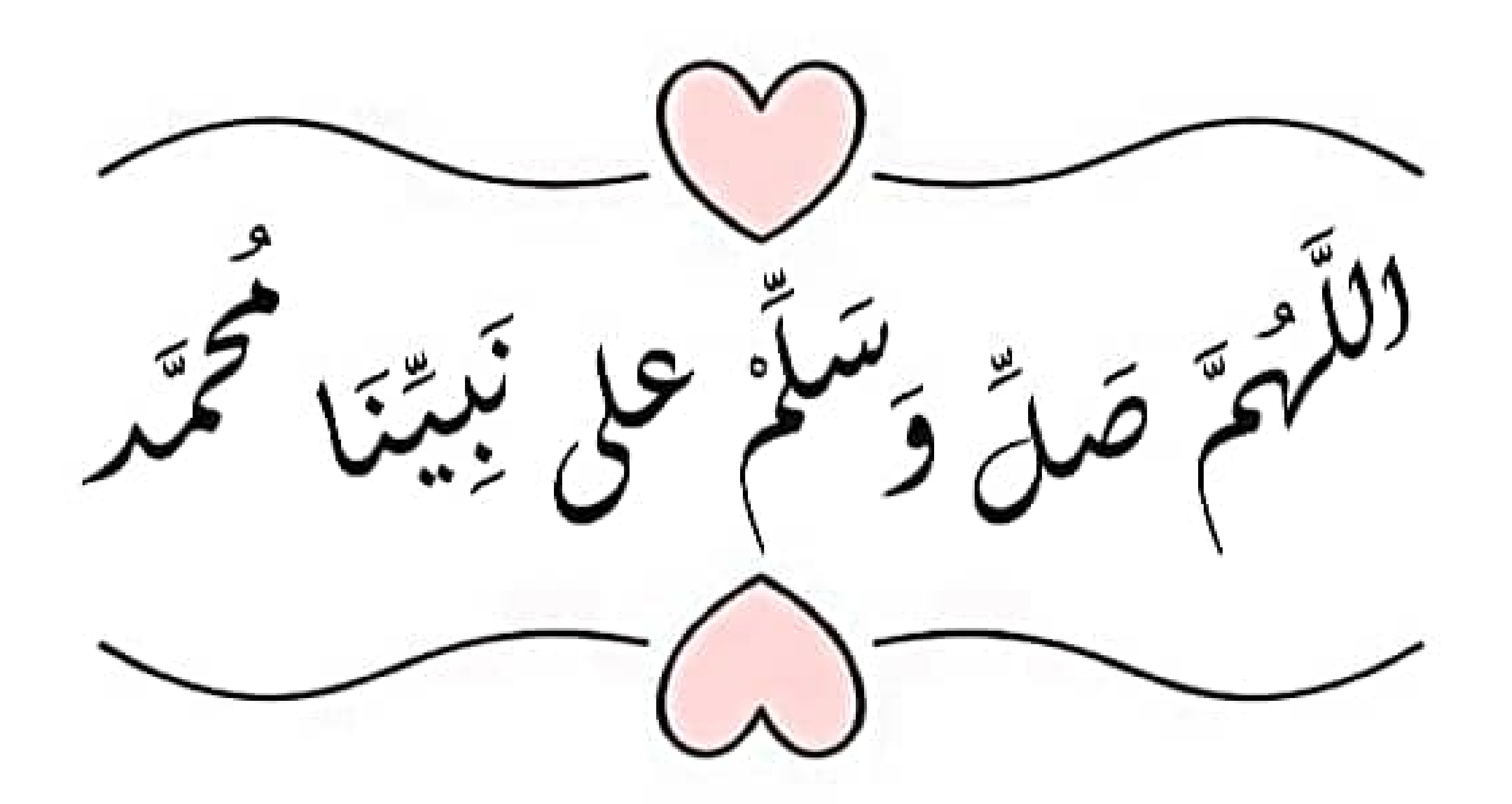
التكرارات

نبي، لحن ، خلاق ، ريح ، نسيم ، موج ، بحر ، برق ، رعد، ليل، فجر ، فيض ، إله	نارًا
التعظيم	التهويل

مصدر الموسيقى	العبارة
الجناس الناقص	● (النجوم - الرسوم) ● (بعيد / يعيد)
حسن التقسيم	● ترقبي المَوجَ إلى أنْ يَخنسَ المَوجُ هَديرَه و تُناجي البحر حتّى يَسمعَ البَحرُ زَفيرَه ● هل من البرق انفصلت ؟ أم من الرعد انحدرت؟ ● أنت ريحٌ ، و نَسيمٌ ، أنتِ مَوجٌ ، أنتِ بَحرٌ ، ....


بسم الله الرحمن الرحيم
OSAMA
mansour
Samsung Triple Camera
Galaxy A70 sooona

اللهم صل وسلم
على نبينا محمد
محتويات


اللَّهُمَّ صَلِّ وَسَلِّمْ على نَبِيِّنَا مُحَمَّد